Aus der Abteilung für Kieferorthopädie
Abteilungsvorsteherin: Professor Dr. D. Dausch-Neumann
der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. Dr. Eugen Fröhlich

Schrauben im Dienste der Kieferorthopädie für die abnehmbaren Apparaturen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Amir Khawari
aus Kaschan/Persien

1968

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547605_0044

Aus der Abteilung für Kieferorthopädie
Abteilungsvorsteherin: Professor Dr. D. Dausch-Neumann
der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. Dr. Eugen Fröhlich

Schrauben im Dienste der Kieferorthopädie für die abnehmbaren Apparaturen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Amir Khawari
aus Kaschan/Persien

1968

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Professor Dr. W. Graumann

1. Berichterstatter: Professor Dr. D. Dausch-Neumann
2. Berichterstatter: Professor Dr. Dr. E. Fröhlich

FOTODRUCK PRÄZIS Barbara v. Spangenberg KG · Tübingen

Meinen Eltern in Dankbarkeit
gewidmet

Inhaltsverzeichnis

		Seite
I.	Einleitung und Problemstellung.....	1
II.	Die chronologische Entwicklung der Schraube in der Kieferorthopädie.....	2
III.	Über die mechanischen Kräfte im allgemeinen und speziell für die Kieferorthopädie.....	9
IV.	Allgemeine Beschreibung der Schrauben.....	12
V.	Allgemeine Beschreibung der Spindel.....	16
	1. Das Gewinde	
	a) Definition des Gewindes	16
	b) Beschreibung des Gewindesystems	16
	c) Grundbegriffe des Gewindesystems	18
	d) Gewindearten und die Verwendungszwecke	19
VI.	Die kieferorthopädische Schraube.....	20
	a) Definition	20
	b) Die Grundprinzipien in Konstruktion und Aufbau	20
VII.	Welche Forderungen werden seitens der Kieferorthopädie an die Schrauben gestellt?	23
VIII.	Untersuchungsmaterial und Methodik.....	25
	1. Kieferorthopädische Anwendungsmöglichkeit	25
	2. Konstruktionsprinzipien und Wirkungsweisen der verschiedenen Schrauben	25
IX.	Einordnung der Schrauben nach Anwendungsmöglichkeit und Konstruktionsprinzip.....	27
X.	Beschreibung der Konstruktion und Wirkungsweise der Schrauben.....	29
	1. Die Konstruktion und Wirkungsweise der Einzelzahnschraube	29
	2. Die Konstruktion und Wirkungsweise der Schrauben zur Zahngruppenbewegung in transversaler Richtung mit paralleler Bewegung	32

Seite

3. Die Konstruktion und Wirkungsweise der Schrauben zur Zahngruppenbewegung in transversaler Richtung mit nicht paralleler Bewegung (fächerförmige Bewegung) 40
4. Die Konstruktion und Wirkungsweise der Schrauben zur Zahngruppenbewegung in sagittaler Richtung. 47
5. Die Konstruktion und Wirkungsweise der Schrauben zur Bißlageumstellung in sagittaler Richtung. 51

XI. Einordnung wesentlicher Teile der kieferorthopädischen Schrauben nach Konstruktion und Wirkungsweise..... 54
1. Konstruktion und Wirkungsweise der Spindeln 54
2. Konstruktion und Wirkungsweise des Spindelkopfes 54
3. Konstruktion und Wirkungsweise der Muttern 60
4. Konstruktion und Wirkungsweise der Führungsbolzen 60
5. Konstruktion und Wirkungsweise der Führungsrohre 62
6. Konstruktion und Wirkungsweise der Retention 66
a) Schrauben mit "kombinierter Retention" 66
b) Schrauben mit besonders ausgebildeten Retentionsformen. 66
c) Schrauben ohne vorfabrizierte Retentionen 66

XII. Diskussion der Untersuchungsergebnisse und Vergleich der Wirkung kieferorthopädischer Schrauben mit anderen kieferorthopädischen Kräften... 69

XIII. Zusammenfassung..... 75

XIV. Literaturverzeichnis..... 77

I. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Die meisten behandlungsbedürftigen Zahnstellungs- und Kieferanomalien weisen als hervorstechendstes Symptom einen Engstand der Zähne in Front- und Seitenzahngebiet auf. Dieser Engstand kann entweder durch eine Kieferkompression, d. h. eine gegenseitige Annäherung der Zähne und der Alveolarfortsätze in transversaler Richtung hervorgerufen sein, oder durch Mesialwanderung verschiedener bleibender Zähne bzw. Zahngruppen infolge vorzeitigen Milchzahnverlustes. Durch diesen frontalen Engstand wird die Zerstörung des jugendlichen Gebisses durch Parodonthopathien und erhöhte Kariesanfälligkeit begünstigt.

Zur kieferorthopädischen Behandlung dieser Anomalien werden heute vorwiegend herausnehmbare Plattenapparaturen angewandt. Alle diese Geräte weisen neben Halteelementen zur Befestigung an den Zähnen aktivierbare Teile zur Durchführung der gewünschten Zahnbewegung auf. Als besonders zweckmäßiges Mittel zum Aktivieren der Geräte, d. h. zur Kraftübertragung auf Zähne und Alveolarfortsätze haben sich die Schrauben erwiesen, weil mit ihnen die Umwandlung potentieller in kinetische Energie allmählich und genau dosierbar durchgeführt werden kann.

Die vorliegende Arbeit versucht, die Vielzahl der heute in der Kieferorthopädie verwendeten Schrauben zu erfassen und sie nach ihren Konstruktionsprinzipien, ihren Wirkungsweisen und Anwendungsmöglichkeiten zu ordnen.

II. DIE CHRONOLOGISCHE ENTWICKLUNG DER SCHRAUBE IN DER KIEFERORTHOPÄDIE

Schrauben in kieferorthopädischen Geräten werden in der Literatur erstmals um die Mitte des 19. Jahrhunderts erwähnt. Sie treten da schon in großer Zahl, in vielen Modifikationen und mit so unterschiedlichen Anwendungsmöglichkeiten auf, daß sich der eigentliche Erfinder der kieferorthopädisch verwendbaren Schraube nicht mehr feststellen läßt. W. PFAFF (50) schreibt die erstmalige Anwendung V. CARABELLI und J. MA. SCHANGÉ zu, während J. H. FARRAR, der sich größte Mühe gab, den Prioritätsanspruch zu klären, GAINE in England und W. H. DWINELLE in Amerika nennt.

Tatsache ist, daß um 1850 von mehreren Autoren Schraubenkonstruktionen für orthopädische Zwecke beschrieben werden, die in unterschiedlicher Art und Weise angewandt und verarbeitet wurden.

W. PFAFF (50) beschreibt, wie J. MA. SCHANGÉ (1842) und N. W. KINGSLEY (1866) einzelne Zähne mit Hilfe kleiner in Platten eingebauter Einzelzahnschrauben bewegen und erwähnt C. SAUER (1877), QUINBY (1878) und O. WALKHOFF (1888), die mit in Klammerbandapparaturen eingebauten Schrauben Zahngruppen in sagittaler Richtung verschieben. Letztere verwendeten hauptsächlich durch Schrauben zu verlängernde Innenbögen, womit sich die Retrusion der Frontzähne beheben ließ, oder durch Schrauben verkürzbare Außenbögen, die es gestatten, protrudierte Frontzähne zurückzubewegen. Aber auch Bewegungen in transversaler Richtung, also hauptsächlich Kiefererweiterungen, wurden um diese Zeit schon mit Schrauben durchgeführt. Diese Verfahren konkurrierten mit demjenigen von W. H. COFFIN und P. HEADRIDGE, die zwischen den Jahren 1869 und 1882 die W-förmige Feder zur Spreizung geteilter Platten eingeführt hatten und damit Kiefer-

dehnungen erreichten. (nach G. IZARD (28)) (Abb. 1).
Nach W. PFAFF (50) entwickelte TALMA 1854 eine Platte, die sich durch eine Schraube verbreitern ließ. Ferner beschreibt er im Gerät von J. N. FARRAR (1878), das "hauptsächlich in einem zirkelähnlichen zweischenkligen Apparat besteht. Die ausgebogenen Stützpunkte dienenden Molaren umfassen. Die Erweiterung des Bogens erfolgt dadurch, daß die beiden Arme des Zirkels durch Schraubendrehung auseinander getrieben werden." (W. PFAFF) (50)

Alle diese Schraubenapparate hatten ein gemeinsames Kennzeichen, die verwendeten Schrauben waren eingewindig, allerdings aus den unterschiedlichsten Materialien. M. GERHARD z. B. beschreibt 1893 Einzelzahnschrauben aus Gold mit Drainageröhren als Schutzüberzug, V. GÜNTHER benützt 1896 hohle Goldschrauben, deren Kopf aus Hickoryholz bestand (51).

Die erste Schraube, deren genaue Konstruktion bekannt ist, wurde von W. H. DWINELLE angegeben. Es handelte sich um eine Stahlspindel mit konischem, zum Aktivieren durchbohrten Kopf, die sich in einer Schraubenmutter mit langen parallelen Wänden bewegte (Abb. 2) (51).

1911 entwickelte J. H. BADCOCK eine Schraube, die als besonderen Fortschritt einen Führungsbolzen mit einem Führungsrohr zeigt. Die übrige Grundstruktur entsprach der einfachen eingewindigen Schraube (Abb. 3) (3, 19). Weitere eingewindige Schraubenformen wurden 1927 von F. L. NORD und 1934 von KARP angegeben. Die Nordschraube bietet als Vorteil gegenüber der Schraube von J. H. BADCOCK nur ihre geringen Dimensionen.

Abb. 1
Oberkiefer Dehnungsplatte mit Coffin-Feder.
Aus G. IZARD (28)

Abb. 2
Druckschraube nach W. DWINELLE in halb geöffnetem Zustand.
Aus G. IZARD (28).

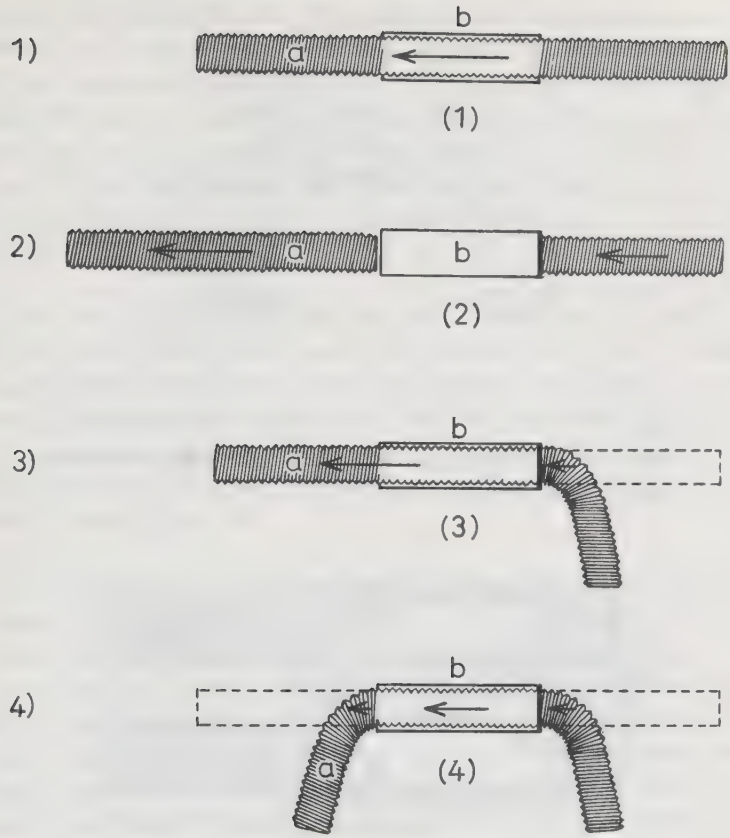


Abb. 4
Schematische Darstellung der Dehnungsschraube nach F. L. NORD.
a) die Spindel, b) die Mutter.
"1. Die Schraube im Anlieferungszustand.
2. Die Schraube geteilt, der kleinere Teil mit der Mutter verlötet.
3. Der angelötete Schraubenteil umgebogen und flachgeschlagen.
4. Der größere Teil der geteilten Schraube in die Mutter eingedreht, umgebogen und flachgeschlagen". (17)

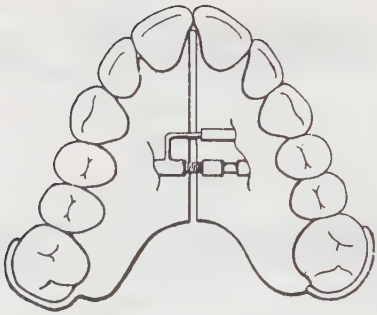


Abb. 3
Oberkiefer Dehnungsplatte mit Badcock-Schraube.
Aus G. IZARD (28).

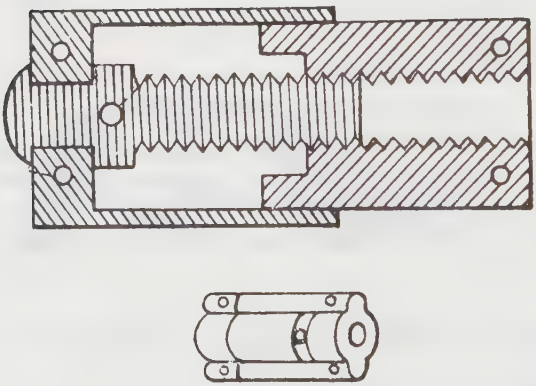


Abb. 5
Dehnschraube nach Karp, a) in geöffnetem,
b) in geschlossenem Zustand.
Aus G. IZARD (28).

Sie hat im Anlieferungszustand weder Retention noch Führung, noch besitzt sie einen Schraubenkopf zum Aktivieren. Sie besteht aus einer feingewindigen Spindel und einer entsprechenden Mutter. Die Spindel wird in der einen, die Mutter in der anderen Plattenhälfte verankert. Durch Drehen beider Plattenhälften umeinander wird die Spindel aus der Mutter herausgeschraubt und die Plattenhälften entfernen sich um die Strecke der Spindelsteigung voneinander (Abb. 4) (17, 28, 55).

Die 1934 von KARP entwickelte Schraube entspricht schon mehr den Forderungen, die heute an eine Schraube zur kieferorthopädischen Verwendung gestellt werden: Sie besteht aus Spindel, durchbohrtem Spindelkpf, Mutter, einer Hülse, die die Aufgabe der starren Führung übernimmt und vier Verankerungsbolzen, die den festen Halt im Plattenwerkstoff gewährleisten (Abb. 5).

Die ersten Schrauben mit beidseitigem Gewinde wurden von P. ROBIN, F. WATRY und M. TISCHLER um das Jahr 1930 entwickelt. Sie beruhen alle auf dem gleichen Grundprinzip: Am Schraubenkopf sind links und rechts zwei gegenläufig gedrehte Spindeln angebracht, die sich bei Drehung des Schraubenkopfes gleichmäßig in den Muttern bewegen. Die Schraube nach F. WATRY hat keine Führung, aber durch die vierkantigen Muttern gute Retentionsmöglichkeiten; die Schraube nach P. ROBIN besitzt eine sehr stabile Führung, die Schraube nach M. TISCHLER unterscheidet sich von den beiden anderen dadurch, daß Mutter und Führungsröhren erstmals aus einem Stück sind. (Abb. 6, 7) (28)

Abb. 6
Dehnschraube mit zwei Gewinderichtungen in halb geöffnetem Zustand, nach P. Robin.
Aus G. IZARD (28).

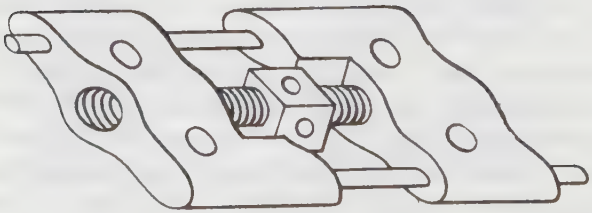


Abb. 7
Dehnschraube mit zwei Gewinderichtungen in halb geöffnetem Zustand nach M. Tischler.
Aus G. IZARD (28).

III. ÜBER DIE MECHANISCHEN KRÄFTE IM ALLGEMEINEN UND SPEZIELL FÜR DIE KIEFERORTHOPÄDIE

Da durch die Aktivierung einer kieferorthopädischen Schraube eine Kraft auf die gesamte Fläche eines kieferorthopädischen Gerätes ausgeübt wird, die auf den Alveolarfortsatz bzw. auf die Zahngruppen weitergeleitet wird, ist es wohl zweckmäßig, zuerst einige allgemeine Betrachtungen über die Kräfte, insbesondere über diejenigen, die in der Kieferorthopädie verwendbar sind, anzustellen.

Die drei Newton'schen Bewegungsgesetze, die auch der Kieferorthopädie zugrunde liegen, sind die Grundlage der technischen Mechanik.
Sie können wie folgt zusammengefaßt werden:

" 1. Jeder Körper verharrt so lange in seinem Zustand der Ruhe oder der geradlinigen, gleichförmigen Bewegung, bis eine neue Kraft eine Änderung dieses Zustandes herbeiführt.

2. Die Änderung der Bewegung ist proportional der einsetzenden Kraft und erfolgt geradlinig zu dieser.

3. Wenn eine Kraft einwirkt, so ist immer eine gleiche und entgegengesetzte Wirkung vorhanden, d. h. die Wirkungen, welche zwei Körper aufeinander ausüben, sind immer gleich und entgegengesetzt gerichtet.

Vor allem das dritte Gesetz ist in der Orthodontie von großer praktischer Bedeutung. Denn bei allen unseren Maßnahmen zur Dehnung der Kiefer oder Bewegung der Zähne kommen Kräfte zur Entfaltung, die Gegenkräfte hervorrufen. Diese können unerwünschte Nebenwirkungen verursachen".

Alle Behandlungsarten, Behandlungserfolge und Apparaturen mit ihren Hilfsmitteln, die wir in der Kieferorthopädie verwenden, unterliegen den Bewegungsgesetzen der Mechanik.

Besonders das dritte Newton'sche Bewegungsgesetz muß bei der Konstruktion, Verwendung und der Bestimmung der Funktion von kieferorthopädischen Geräten berücksichtigt werden. Eine kieferorthopädische Behandlung wird bei der Einwirkung einer geeigneten Kraft erfolgreich ablaufen, wobei die Reaktion des Kieferknochens dafür verantwortlich ist. Die Reaktion des Knochens ist abhängig von der Stärke, der Dauer und der Art der Kraft, außerdem spielt das Alter, die Konstitution und die Mitarbeit des Patienten eine große Rolle (60).

A. M. SCHWARZ (58) unterscheidet folgende vier biologische Wirkungsgrade der Regulierungskräfte:

Erster biologischer Wirkungsgrad: Die applizierte Kraft ist unterschwellig. Sie bewegt zwar den Zahn kurzfristig, reicht aber nicht aus, Umbauvorgänge im Parodontium einzuleiten oder weiterzuführen.

Zweiter biologischer Wirkungsgrad: Die applizierte Kraft ist so stark, daß der Zahn dauernd aus seiner ursprünglichen Position gedrängt wird. Es treten keine schädlichen Folgen ein, da die Durchblutung des Parodontiums nicht gehemmt wird und somit der kapillare Blutdruck (ca. 20 - 26 g/cm^2) nicht unterdrückt ist.

Dritter biologischer Wirkungsgrad: Hierunter fallen Kräfte, die etwas stärker sind als der kapillare Blutdruck, also gerade ausreichen, ihn zu unterdrücken. Wenn sie langzeitig angewendet werden, kommt es auf der Druckseite der Alveole im Parodontium zu Durchblutungsstörungen und Gewebsveränderungen, die sich bis zur Nekrose steigern können.

Vierter biologischer Wirkungsgrad: Kräfte dieses Wirkungsgrades zerstören das Parodontium auf mechanische Art, d. h. sie sind so stark, daß der ihnen ausgelieferte Zahn so heftig gegen seine Alveolenwand gedrückt wird, daß die zwischenliegenden Weichgewebe zerquetscht werden. Zahn- und Knochenhartgewebe liegen dann aneinander. Diese sogenannten "Scheuerstellen" verursachen tiefgreifende Schäden sowohl am Zahn selbst als auch an der Knochenoberfläche und in den angrenzenden Markräumen.

IV. ALLGEMEINE BESCHREIBUNG DER SCHRAUBEN

"Im allgemeinen Sprachgebrauch versteht man unter einer Schraube ein auf dem Prinzip der schiefen Ebene beruhendes Verbindungselement zur festen aber lösbaren Längsbewegung (Bewegungsschraube) von Maschinenteilen" DUDEN (9).

Die Befestigungsschraube soll hier nur insofern erwähnt werden, als sie bei einzelnen Bewegungsschraubentypen gelegentlich als Hilfsmittel zur Arretierung oder Befestigung einzelner Bestandteile verwendet wird. Für kieferorthopädische Verwendungszwecke kommt in diesem Zusammenhang nur die Bewegungsschraube in Betracht, die folgendermaßen definiert werden könnte: Es ist eine Vorrichtung, die mit Hilfe des Prinzips der schiefen Ebene zwei Flächen, die senkrecht zur Schraubenachse liegen, parallel oder nicht parallel voneinander entfernt, wobei die Strecke der Entfernung abhängig ist von der Gewindeform und Häufigkeit der Aktivierung.

"Die Schraube ist ein Befestigungsmittel, das sich im Gegensatz zum Niet lösen läßt". SPRACHBROCKHAUS (5)

"Eine Schraube ist ein Werkzeug, welches aus zwei in der Anwendung stets zusammenwirkenden Teilen, der Schraubenspindel und der Schraubenmutter besteht. Bei der ersten liegt das Gewinde, welches eine schiefe Ebene mit gleichbleibender Neigung darstellt, auf der äußeren Fläche eines Zylinders (Kern), bei der letzteren im Inneren einer zylindrischen Höhlung. Man nennt den Winkel, welchen die schräge Richtung der Schraubengänge mit einer gegen die Achse der Schraube rechtwinkligen Ebene bildet, den Neigungswinkel und versteht unter Neigung des Gewindes (Höhe oder Weite des Schraubenganges, Ganghöhe) die Entfernung zwischen Anfang und Ende eines einzelnen Ganges,

gemessen in der Richtung der Achse. Die Gangbreite, d. h. die körperliche Stärke des hohen Ganges, ist sehr oft von der Steigung oder Ganghöhe verschieden, da sie den vertieften Gang nicht mitbegreift und letztere bei vielen Schrauben solche Gestalt hat, daß die hohen Gänge nicht unmittelbar aneinander grenzen. Die Schraubenbewegung besteht in Drehung und Dortschreitung, und zwar ist letztere in der Richtung der Achse bei jeder ersten Umdrehung gleich der Steigung des Gewindes" H. J. MEYER (41).

"Schrauben können rechts- oder linksgängig, ein- oder mehrgängig sein. Die Schraube ist nach dem Nagel das meistverwendete metallische Verbindungselement. Schrauben dienen als Befestigungs- und Spannschrauben zur festen aber lösbaren Verbindung von Maschinenteilen. (Beispiel: Schraubstock, in dem die Drehbewegung der Gewindespindel in eine Längsbewegung der Spindelmutter umgeformt wird). Dabei kann noch eine Druckübertragung stattfinden (Beispiel: Preßspindel).
Das Gewinde von Befestigungsschrauben muß genügend Reibung aufweisen, damit sie sich nicht unbeabsichtigt lösen, deshalb werden fast ausschließlich Spitzgewinde verwendet. Bewegungsschrauben müssen sich des öfteren noch unter Last leicht drehen lassen. Diese Eigenschaft erbringen Sägen- und Rundgewinde, meistens jedoch Trapezgewinde als kraftschlüssige Gewindeart mit geringem Reibwert".
Begriffslexikon des DNA (7)

Im einzelnen lassen sich folgende Schraubenarten unterscheiden:

"a) Befestigungsschraube:

Sie ist aus Stahl, Kupfer, Messing oder Leichtmetall. Auf ihrem Zylinderschraubenbolzen mit Kopf ist ein Gewinde eingeschnitten, auf das die Schraubenmutter aufgeschraubt wird.

b) Stiftschraube:

Bei dieser Schraube ist der Kopf ersetzt durch ein Bolzenteil mit Gewinde, das in das eine Verbindungsteil eingeschraubt wird.

c) Steinschraube:

Diese Schraube hat an Stelle eines Kopfes einen verdickten Schaft zur Befestigung im Mauerwerk.

d) Kopfschraube:

Sie wird verwendet, wenn in eines der zu verbindenden Teile das Gegengewinde geschnitten ist.

e) Stellschraube:

Sie dient zur Festlegung einer bestimmten Stellung zweier Teile gegeneinander.

f) Madenschraube = Gewindestift:

Sie ist zylindrisch und an einem Ende geschlitzt. Sie wird als Stell- und Sicherungsschraube verwendet.

g) Holzschraube:

Diese Schraube gehört zu den Kopfschrauben. Es ist eine Schraube mit schwach konischem Schaft zur Befestigung in Holz.

h) Flügelschraube:

Sie ist eine Schraube, die an beiden Seiten der Mutter zwei flügelartige Fortsätze aufweist. Außer der Flügelschraube, die von Hand betätigt wird, werden die übrigen Schrauben mit dem Schraubenzieher oder dem Schraubenschlüssel in Bewegung gesetzt." (Der Neue BROCKHAUS) (4)

V. ALLGEMEINE BESCHREIBUNG DER SPINDEL

Die Schraubenspindel ist der aktivierbare und somit der wichtigste Teil der Schraube. Sie bildet die mit einer oder mehreren Gewindelinien versehene Achse der Schraube, die sich beim Aktivieren in den entsprechenden Gewindelinien der Mutter bewegt. Jede Spindel kann eine einseitige Gewinderichtung oder eine beidseitige Gewinderichtung aufweisen.

1. Das Gewinde:

a) Definition des Gewindes:

"Unter einem Gewinde versteht man die an zylindrischen Körpern (Röhren, Bolzen, Schrauben, Muttern) in Form einer Schraubenlinie geschnittenen Rillen von bestimmtem Profil; Gewinde werden benützt, um zwei Teile miteinander zu verbinden, oder um einen Gegenstand zu bewegen, wobei jedesmal eine drehende Bewegung in eine fortschreitende umgewandelt wird". (Dentaler Normenausschuß (7)). "Das Gewinde bestimmt die Drehung und die Drehungsrichtung der Spindel bzw. der Schraube" (B. MARTINEZ (40)).

b) Beschreibung des Gewindesystems:

"Das System eines Gewindes besteht aus folgenden fünf Größen, die die Genauigkeit eines Gewindes bestimmen:

1. Flankendurchmesser
2. Flankenwinkel
3. Steigung
4. Kerndurchmesser
5. Außendurchmesser" (Abb. 8).

(Aus: "Nur eine Schraube" Prospekt der Firma BAUER & SCHAURTE (73 n)).

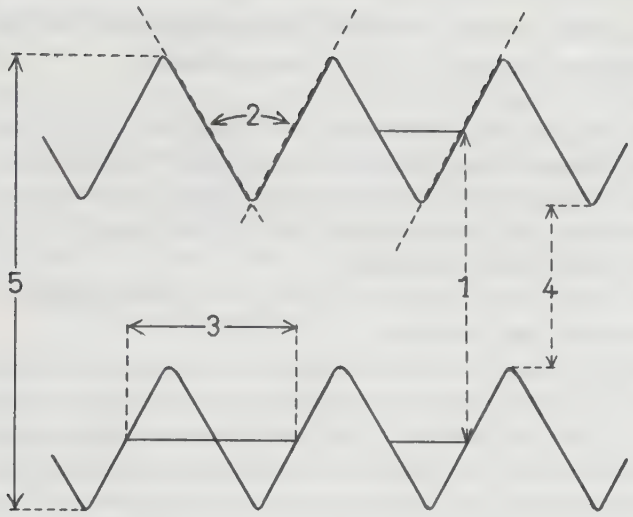


Abb. 8
Schmematische Darstellung eines Spindel-Längsschnittes.
1. Flankendurchmesser, 2. Flankenwinkel, 3. Steigung,
4. Kerndurchmesser und 5. Außendurchmesser.
(Aus "Nur eine Schraube" Prospekt der Firma BAUER &
SCHAURTE (73 n)).

c) Grundbegriffe des Gewindesystems:

Die Grundbegriffe des Gewindesystems sind international festgelegt. Sie gehen aus der Abbildung 8 hervor und werden folgendermaßen definiert:

Unter der F l a n k e versteht man die seitliche Flächenbegrenzung eines Flankenwinkels.
Der F l a n k e n d u r c h m e s s e r ist die Verbindungslinie zwischen den beiden Mittelpunkten der Flanken eines Flankenwinkels. Der Flankendurchmesser ist genau gleich der Hälfte des Durchmessers der Steigung, da die Steigung gleiche Maße und Größe wie jede Flanke besitzt.
Der F l a n k e n w i n k e l ist der Winkel zwischen zwei Flanken.
"Die S t e i g u n g ist der parallel zur Achse gemessene Abstand aufeinanderfolgender Flankenflächen" (7). Nach B. MARTINEZ ist die Steigung die Entfernung zwischen zwei Gewindeschneiden (Gewindelinien) (40). Gewindeschneiden = Gewindelinien sind senkrecht zur Gewindeachse verlaufende Linien, die den Flankenwinkel genau halbieren. Der achsensenkrechte Abstand der innersten Punkte oder der Durchmesser des eingeschriebenen Zylinders ist der K e r n d u r c h m e s s e r (7). Der Kerndurchmesser beträgt 1/4 der Steigung bzw. die Hälfte des Flankendurchmessers. Der achsensenkrechte Abstand der äußersten Punkte oder der Durchmesser des einhüllenden Zylinders entspricht dem A u ß e n d u r c h m e s s e r eines Gewindes (7).
Der S c h r i t t einer Schraube ist das Stück, um das eine Schraube vordringt oder zurückgeht, wenn sie eine vollständige Drehung ausführt. Die Höhe des Schraubenschrittes ist das Intervall zwischen zwei Umgängen der Schraube (28).

d) Gewindearten und ihre Verwendungszwecke:

Nach der Form und Tiefe der Abflachung bzw. Abrundung der Gewindespitze unterscheiden wir verschiedene Formen von Gewinden: Die wichtigsten Gewinde sind: Spitzgewinde, Rundgewinde, Trapezgewinde und Sägegewinde.

Die korrekt konstruierten kieferorthopädischen Schrauben müssen ein Spitzgewinde besitzen. Die Vorteile des Spitzgewindes im Gegensatz zu anderen Gewindearten sind, daß das Spiel zwischen dem Bolzengewinde und dem Muttergewinde so klein ist, daß sich die Spindel bei geringer Beanspruchung nicht einfach von selbst drehen kann.

VI. DIE KIEFERORTHOPÄDISCHE SCHRAUBE

a) Definition:

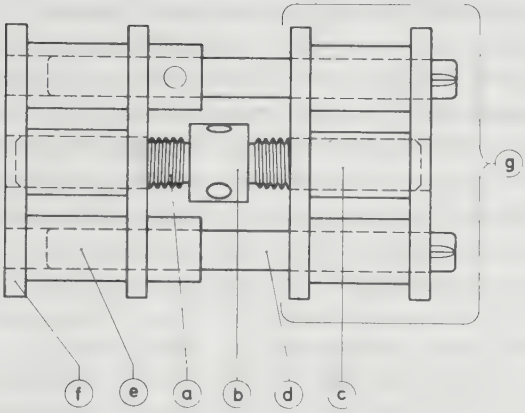
Unter einer kieferorthopädischen Schraube versteht man eine Vorrichtung, die mit Hilfe des Schraubenprinzips zwei gegenüberliegende Punkte bzw. Flächen voneinander parallel oder nicht parallel durch ihre Aktivierung entfernen kann.
Die Schraube ist der wichtigste aktivierbare Teil einer aktiven Platte, die dank ihrer Kurzwegigkeit als eine biologisch besonders "günstige Kraftquelle" für aktive kieferorthopädische Geräte angesehen werden kann. (22, 36, 58)

b) Die Grundprinzipien in Konstruktion und Aufbau:

Die wichtigsten Bestandteile der in der Kieferorthopädie verwendeten Schrauben sind:

1. Die Spindel
2. Der Spindelkopf
3. Die Mutter
4. Die Führungsbolzen
5. Die Führungsrohre
6. Die Lasche und
7. Die Retentionsvorrichtung (Abb. 13)

Die Schraubenspindel (a) ist der aktivierbare und somit der wichtigste Teil der Schraube. Sie bildet die mit einer oder mehreren Gewindelinien versehene Achse der Schraube, die sich beim Aktivieren in den entsprechenden Gewindelinien der Mutter bewegt. Die Spindel kann eine Gewinderichtung (z. B. Nordschraube) oder zwei Gewinderichtungen (z.B. transversale Dehnschraube nach F. FISCHER) aufweisen. Nach B. MARTINEZ (40) ist die bei einer Umdrehung des Gewindes erzielte Öffnung der Schraube abhängig von der Gewindesteigung, d. h. von der Entfernung zwischen zwei benachbarten Gewindelinien oder Gewindeschneiden.



a Spindel
b Spindelkopf
c Mutter
d Führungsbolzen
e Führungsröhre
f Lasche
g Schraubenkörper

Abb. 9
Schematische Darstellung einer Dehnschraube mit zwei Gewinderichtungen für symmetrische Dehnung.

Je kürzer die Entfernung, desto geringer die Öffnungsbewegung.

Der Spindelkopf (b) bietet den Angriffspunkt zur Aktivierung der Schraubenspindel. Durch Drehung des Spindelkopfes dreht sich auch die mit ihm fest verbundene Spindel in der Mutter, wodurch sich die Mutter mit dem Schraubenkörper vom Spindelkopf entfernt. Die Mutter (c) ist demnach derjenige Teil der Schraube, der durch die Spindel bewegt wird. Mann kann sie sich als Röhre mit von innen eingeschnittenem Gewinde denken, das mit dem Gewinde der Spindel parallel läuft und ihm als Matrize anliegt. Ein Ausguß der Schraubenmutter ist demnach mit der Schraubenspindel identisch. Die Führungsbolzen (d), die parallel der Spindelachse verlaufen müssen, haben die Aufgabe, die Stabilität der Schraube in der vorgeschriebenen Bewegungsrichtung zu gewährleisten. Ihre Parallelität zur Spindelachse wird durch die Führungsrohre (e) bewirkt, die entweder direkt an der Mutter befestigt oder vermittels der Lasche (f) starr an ihr fixiert sind.

Der letzte wesentliche Bestandteil, der hier noch erwähnt werden soll, ist die Retentionsvorrichtung, die - ganz unterschiedlich geformt - dazu dient, den Schraubenkörper starr in den auseinander zu bewegenden Teilen der kieferorthopädischen Apparatur zu verankern.

VII. WELCHE FORDERUNGEN WERDEN SEITENS DER KIEFERORTHOPÄDIE AN DIE SCHRAUBEN GESTELLT?

Wie in der Einleitung erwähnt wurde, bieten uns die Schrauben die Möglichkeit, gespeicherte potentielle Energie in kinetische Energie umzusetzen und sie durch Vermittlung der kieferorthopädischen Behandlungsgeräte auf Zähne, Alveolarfortsätze und Kiefer wirken zu lassen. Um diese Aufgabe zuverlässig erfüllen zu können, müssen die Schrauben in technischer und medizinischer Hinsicht bestimmte Kriterien aufweisen:

1. Sie müssen genau abgestuft aktivierbar sein, d. h. die resultierende Öffnungsbewegung einer Schraube muß bei jeder Umdrehung gleich groß sein und sich innerhalb physiologischer Grenzen halten.

2. Die maximale Expansion soll der vorgeschriebenen Bewegung möglichst entsprechen, damit man nicht gezwungen ist, entweder eine neue Platte herzustellen oder die Schraube auszuwechseln.

3. Die Schrauben müssen stabil sein. Auftretende Druck-, Zug- und Torsionsbelastungen dürfen nicht zur Verformung der Spindel führen.

4. Sie müssen einfach zu handhaben sein, da das routinemäßige Nachstellen vom Patienten selbst vorgenommen werden sollte.

5. Das Schraubengewinde darf nicht so leicht gängig sein, daß die Gefahr besteht, daß sich die Schraube durch zufällige Berührungen, z.B. durch die Zunge oder beim Reinigen, zurückdreht.

6. Die Dimensionen der Schrauben sollten möglichst klein gehalten sein, so daß weder der Patient durch voluminöse Geräte behindert wird, noch das Herstellen der Geräte selbst auf Schwierigkeiten stößt, weil neben der Schraube keine anderen zu Behandlung notwendigen Elemente mehr anzubringen sind.

7. Bewegliche Teile der Schrauben müssen so geschützt liegen, daß beim Polymerisieren kein Kunststoff eindringen kann.
8. Das verwendete Material muß gewebsfreundlich sein.
9. Das verwendete Material muß korrosionsbeständig sein. Kunststoff, Speichel, Speisereste und Reinigungsmittel dürfen das Material nicht angreifen oder zersetzen.
10. Freiliegende Schraubenteile sollten möglichst wenig Retentionen für Zahnstein und Speisereste bilden. Die Schrauben müssen leicht zu reinigen und sauber zu halten sein (54, 62).

VIII. UNTERSUCHUNGSMATERIAL UND METHODIK

Als Untersuchungsmaterial standen 254 verschiedene Schrauben in- und ausländischer Fabrikate zur Verfügung. Die meisten dieser Schrauben stammen von folgenden Firmen:

Dentaurum, Deutschland
Dräger & Heerhorst, Deutschland
Fischer, Österreich
Herbst, Deutschland
Krupp-Wipla, Deutschland
Leone, Italien
Renfert, Deutschland
Rocky Mountain, U.S.A.
Scheu-Letmathe, Deutschland
Svenska, Schweden

Von einigen wenigen Schrauben aus Belgien, der Tschechoslowakei, Jugoslawien und England konnten wir den Hersteller nicht ermitteln.

Es wurde versucht, diese Vielzahl der z. Zt. im Handel befindlichen Schrauben zu ordnen und zu klassifizieren. Wesentliche Gesichtspunkte zur Klassifikation scheinen uns:

1. Kieferorthopädische Anwendungsmöglichkeit und
2. Konstruktionsprinzipien und Wirkungsweisen der verschiedenen Schrauben.

ad 1. Die Einteilung nach der kieferorthopädischen Anwendungsmöglichkeit wurde teilweise nach Angaben der Hersteller und teilweise nach eigenen Versuchen durchgeführt, d. h. uns unbekannte Schrauben, von denen auch keine Gebrauchsanweisungen vorlagen, wurden in verschiedene kieferorthopädische Geräte eingebaut und auf ihre Verwendbarkeit hin praktisch überprüft.

ad 2. Zur Bestimmung der Konstruktionsprinzipien und des genauen Aufbaues der Schrauben war es notwendig, die Schrauben zu zerlegen und ihre wesentlichsten Einzelteile dreimal auszumessen, um ihren Mittelwert zu erhalten. Dazu wurde ein Mikrometer (Zeus 1/100 mm) verwendet. Außer der Messung von Länge, Breite und Dicke der Schrauben, wurden von uns bei jeder Schraube die Expansion pro 1/4 Umdrehung und die maximale Expansion gemessen.
Auf diese Weise konnten wir zu präzisen Aussagen über die Daten der Schrauben gelangen, die ja hauptsächlich von Form und Art der verwendeten Gewinde abhängig sind.
Um die Vielzahl der Messungen und Einzelbefunde übersichtlich darstellen zu können, haben wir folgendes System angewandt:
Sämtliche vorhandenen Schrauben wurden mit einer Ordnungszahl versehen. Sie sind in den Tabellen (II - VI) aufgeführt. Diese Tabellen enthalten zugleich wesentliche Angaben zu den einzelnen Schrauben, wie spezielle Bezeichnung, Urheber, Herstellungsfirma, zugehörige Katalogsnummer, Länge in mm, Breite in mm, Stärke in mm, Expansion bei 1/4 Umdrehung in mm und maximale Expansion in mm. In den nachfolgenden Tabellen (VII - XII) wurden die betreffenden Schrauben der Übersichtlichkeit wegen nur mit ihrer Ordnungsnummer gekennzeichnet. Dabei haben wir die untersuchten Punkte jeweils nach ihrer Wichtigkeit geordnet, und zwar in folgender Reihenfolge: Form und Konstruktion der Spindel, des Spindelkopfes, der Mutter, des Führungsbolzens, des Führungsrohrs sowie die Retentionsmerkmale.

IX. EINORDNUNG DER SCHRAUBEN NACH ANWENDUNGS-MÖGLICHKEIT UND KONSTRUKTIONSPRINZIP

Das Wirkungsspektrum der heute im Handel befindlichen Schrauben reicht von der Bewegung einzelner Zähne bis zur Änderung des Lageverhältnisses von Ober- und Unterkiefer, d. h. bis zur Bißlageverschiebung. Zwischen diesen beiden extremen Gruppen findet sich eine große Anzahl von Schrauben, die der Bewegung von Zahngruppen in transversaler und sagittaler Richtung dienen. Erstere werden im allgemeinen als Dehnschrauben, letztere als Sagittal- oder Distalschrauben bezeichnet. Tabelle I gibt einen Überblick über die durchführbaren Bewegungen und die dafür verwendbaren Schrauben.

Tabelle I

Die Klassifikation der Schrauben nach der Art der kieferorthopädischen Anwendungsmöglichkeit:

1. Schrauben zur Einzelzahnbewegung:

   Ordnungsnummer 1 - 20

2. Schrauben zur Zahngruppenbewegung in transversaler Richtung mit paralleler Bewegung:

   Ordnungsnummer 21 a - 171

3. Schrauben zur Zahngruppenbewegung in transversaler Richtung mit nicht paralleler Bewegung (fächerförmige Bewegung):

   Ordnungsnummer 234 - 247

4. Schrauben zur Zahngruppenbewegung in sagittaler Richtung:

   Ordnungsnummer 172 - 133, 253, 254

5. Schrauben zur Bißlagemumstellung in sagittaler Richtung:

   Ordnungsnummer 248 - 252

Tabelle I:

Einteilung der kieferorthopädischen Schrauben nach ihren Anwendungsmöglichkeiten.
Die den Ordnungsnummern zugehörigen Schrauben sind den Tabellen II - VI zu entnehmen.

X. BESCHREIBUNG DER KONSTRUKTION UND WIRKUNGSWEISE DER SCHRAUBEN

1. Die Konstruktion und Wirkungsweise der Einzelzahnschraube.

Zur Einzelzahnbewegung gibt es einspindelige Schrauben mit zierlichen Ausmaßen, die dazu verwendet werden, einzelne Frontzähne in sagittaler Richtung zu verschieben. Wesentliche Unterscheidungsmerkmale bieten hier die Kontaktflächen. Je nach Art und Ausprägung werden die Schrauben guten Halt an den Zähnen finden oder aber leicht abrutschen. Abgerundete, spitzige und aus Metall hergestellte Kontaktflächen sind ungünstig, weil die Berührungszone am Zahn nur punktförmig ist und die Schrauben leicht abrutschen und außerdem Zahnschmelzschäden verursachen (21).
Ebene Kontaktflächen sind - besonders wenn sie aus Kunststoff bestehen - günstig, da einerseits die Berührungsfläche an dem zu bewegenden Zahn groß ist und andererseits die Form der Kontaktfläche der Schraube jeder anatomischen Form des Zahnes individuell angepaßt werden kann.
Ein weiteres Kriterium für die Verwendbarkeit einer Einzelzahnschraube ist die Mutter. Schrauben ohne Muttern, also reine Schraubenspindeln, deren eines Ende als Schraubenkopf, das andere als Kontaktfläche dient, haben Nachteile: Sie haben weniger Retention und sind unzuverlässig in der Wirkung, da sich der Kunststoff der Regulierungsplatte, in die sie eingelassen werden und der die Aufgabe der Schraubenmutter übernimmt, leicht ausweitet.
Ähnliches trifft für Schrauben mit serienmäßigen Kunststoffmuttern zu. Am ehesten verwendbar sind demnach Schrauben mit Metallmuttern, an denen eine ausreichende Retentionsvorrichtung angebracht ist (Abb. 10).

Tabelle II: Wesentliche Daten über Herkunft, Größe und Öffnungbreiten der Einzelzahnschrauben.

Ordn. Nr.	Spezielle Bezeichnung	Entworfen von	Firma	Katalog-Bezeichnung	Länge in mm	Breite in mm	Stärke in mm	Exp. b. 1/4 Umdr. in mm	Max. Exp. in mm
1	Teleskopschraube	Gast	Dentaurum	114	8, 2	4, 1	4, 1	0, 075	4, 0
2	Einzelzahnschraube	Planas	"	121 B-R	12, 0	3, 6	3, 6	0, 15	7, 0
3	"	"	"	121 B	12, 0	3, 6	3, 6	0, 15	7, 0
4a+b	Spannschraube		"	3	36, 0	2, 43	2, 43	0, 075	
5	Plastik-Madenschrauben	Sperling	"	Ma 48	8, 0	3, 5	3, 5	0, 2	4, 2
6	Plastik-Schrauben mit Linsenkopf (stark konvex)	"	"	Li 34	5, 55	5, 45	5, 45	0, 2	3, 2
7	Plastik-Schrauben mit Linsenkopf (flach)	"	"	Lis 34	4, 6	5, 45	5, 45	0, 2	2, 1
8	Picolo		Wittmer & Scheu		5, 7	4, 3	3, 3	0, 07	3, 2
9	Liliput		"		4, 0	3, 0	3, 3	0, 07	2, 1
10	Zylinder-Schraube	Fischer	über Huber	L	8, 2	3, 0	3, 0	0, 18	3, 2
11	Teleskop-Schraube	Gast	E. & H. Renfert	848	8, 1	4, 0	4, 0	0, 075	4, 0
12	Vierkant-Schraube	Fischer	über Huber	863/V	8, 1	6, 2	6, 2	0, 15	3, 1
13	Federbolzenschraube	Ritter	Rocky Mountain	A-525	4, 2	1, 8	1, 8	0, 15	2, 3
14	Federbolzenschraube	"	" "	A-526	6, 0	1, 8	1, 8	0, 15	3, 2
15	"	"	" "	A-527	8, 0	1, 8	1, 8	0, 15	5, 8
16	Montageschraube	"	" "	A-522	12, 1	2, 1	2, 1	0, 15	9, 3
17	Zylinderschraube	Fischer	Fischer	L	8, 2	3, 1	3, 1	0, 18	0, 18
18	Zug- und Druckschraube	Lee-Bennet-Jack	Dentaurum	8c	15, 1	8, 1	2, 8	0, 18	9, 0
19	Federschraube	Harry Sundling	Svenska		13, 0	2, 1	2, 1	0, 22	8, 3
20	"	Harry Sundling		Small	9, 2	2, 2	2, 2	0, 22	4, 9

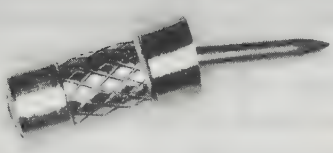


Abb. 10
Einzelzahnschraube

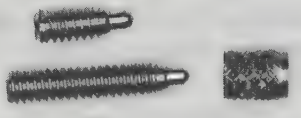


Abb. 11
Feder-Einzelzahnschrauben
Links zwei Feder-Einzelzahnschrauben in verschiedenen Größen, mit runder und spitziger Kontaktfläche.

Unter den Einzelzahnschrauben befinden sich kombinierte Schrauben mit einer Feder (Federbolzenschrauben). Sie bestehen aus einer Spindel mit einem Kontaktstift, welche durch eine zwischen ihr und dem Spindelboden eingeschaltete Feder beweglich wird. Bei der Aktivierung dieser Einzelzahnschrauben wird die Feder zusammengedrückt, wodruch der Kontaktstift einen kontinuierlichen Druck auf den invertierten Zahn ausübt, welcher dadurch aufgerichtet wird.
Alle Federbolzenschrauben haben einen runden oder spitzen Kontaktstift, der aus Metall besteht. (Abb. 15)
Aus der Tabelle II sind weitere Angaben über untersuchte Einzelzahnschrauben ersichtlich.

2. Die Konstruktion und Wirkungsweise der Schrauben zur Zahngruppenbewegung in transversaler Richtung mit paralleler Bewegung.

Die wesentlich größere zweite Gruppe umfaßt diejenigen Schrauben, die sich für symmetrisch-parallele Bewegungen von Zahngruppen eignen. Auf den Anwendungsbereich übertragen handelt es sich also hier hauptsächlich um Dehnschrauben für Plattengeräte, die aber ebensogut als Nachstellschrauben in funktionskieferorthopädischen Geräten verwendet werden können.
Die Mehrzahl dieser Schrauben weist ein Rechts-Links-Gewinde auf, so daß sich bei einer Öffnungsbewegung die linke und die rechte Schraubenhälfte gleichmäßig voneinander entfernen. (Abb. 16 b)
Indiziert sind diese Schrauben immer dann, wenn ein Kiefer gleichmäßig gedehnt werden soll, d. h. wenn sowohl das Molaren- als auch das Praemolarengebiet einer Erweiterung bedarf.

Tabelle III: Wesentliche Daten über Herkunft, Größe und Öffnungbreiten der Schrauben zur Zahngruppenbewegung in transversaler Richtung mit paralleler Bewegung.

Ordn.	Spezielle Bezeichnung	Entworfen von	Firma	Katalog-Bezeichnung	Länge in mm	Breite in mm	Stärke in mm	Exp. b 1/4 Umdr. in mm	Max. Exp. in mm
21a	Zugschraube		Dentaurum	1	35,5	2,5	2,5	0,1	5,3
21b	"		"	1	35,5	2,5	2,5	0,1	5,3
22a	"		"	2	29,0	3,1	3,1	0,1	5,3
22b	"		"	2	29,0	3,1	3,1	0,1	5,3
23	Dehnschraube		Dentaurum	4	25	3,2	3,2	0,1	19,0
24	"	Büche	"	4h	27,5	3,2	3,2	0,1	16,3
25a	Verbesserte Dehnschraube		"	4a	25,0	2,8	2,8	0,1	
25b	" "		"	4a	24,0	2,8	2,8	0,1	
26a	Dehnschraube	Pfaff	"	4B	27,0	2,8	2,8	0,1	26,2
26b	"	"	"	4b	27,0	2,8	2,8	0,1	26,2
27	Verbesserte Dehnschraube	"	"	4c	37,0	3,0	3,0	0,1	26,2
28	" "	Biber	"	4c	21,5	2,75	2,75	0,1	13,3
29	Dehnschraube		"	4f	25,3	3,2	3,2	0,1	19,0
30	"	Jack	"	4g	23,5	2,85	2,85	0,1	12,2
31	"	"	"	4g	27,5	3,15	3,15	0,1	13,6
32	"	"	"	4g	32,7	3,15	3,15	0,1	15,3
33	"	"	"	4g	38,0	3,15	3,15	0,1	18,6
34	"	Nord	"	8a	40,0	2,2	2,2	0,25	
35	"	"	"	8a	40,0	2,6	2,6	0,25	
36	Zug- und Dehnschraube	Jack	"	8b	14,2	2,7	2,7	0,2	4,9
37	" " "	"	"	8b	18,0	2,9	2,9	0,2	5,8
38	" " "	"	"	8b	24,2	2,7	2,7	0,2	6,3
39	" " "	"	"	8b	27,5	3,2	3,2	0,5	6,5
40	" " "	"	"	8b	33,0	3,0	3,0	0,25	6,8
41	Dehnschraube		"	8	39,0	2,0	2,0	0,26	8,6
42	transversale Dehnschraube	Fischer	"	105 A	15,0	9,1	5,15	0,2	5,9
43a	"	"	"	105 B	14,1	9,75	4,8	0,2	6,8
43b	"	"	"	105 B	14,1	9,8	4,8	0,2	6,8

Ordn. Nr.	Spezielle Bezeichnung	Entworfen von	Firma	Katalog-Bezeichnung	Länge in mm	Breite in mm	Stärke in mm	Exp. b 1/4 Umdr. in mm	Max. Exp. in mm
44	Federdehnschraube	Hausser	Dentaurum	100 A	14,0	8,65	4,0	0,2	5,2
45	"	"	"	100 B	11,0	8,6	3,95	0,2	5,6
46	"	"	"	101 A	14,0	8,5	4,45	0,2	5,3
47	"	"	"	101 B	11,0	8,5	4,5	0,2	4,4
48a	transversale Dehnschraube		"	116 C	14,0	10,0	3,0	0,18	5,3
48b	transversale Dehnschraube		"	106 C	14,1	10,15	3,0	0,18	5,25
49	"		"	107 C	14,0	10,00	3,0	0,18	5,6
50	"		"	108	14,0	7,0	3,95	0,18	5,6
51a	Standard-Gehäuse-Dehnschraube		"	110 A	15,0	8,6	3,95	0,23	7,2
51b	"		"	110 A	15,3	8,6	4,0	0,21	7,35
52a	"		"	110 C	13,2	8,55	4,0	0,22	6,2
52b	"		"	110 C	13,0	8,6	4,0	0,22	6,25
53a	"		"	110 D	10,0	8,6	3,9	0,22	4,15
53b	"		"	110 D	10,0	8,6	3,9	0,22	4,15
54a	skelettierte Dehn-schraube		"	110 CS	13,4	8,5	3,8	0,23	6,0
54b	"		"	110 CS	14,0	8,2	4,1	0,23	6,0
55	Bügel-Dehnschraube	Philipp	"	116	13,0	7,55	3,15	0,2	4,0
56	Dehnschraube	Planas	"	120 A	16,0	4,45	4,45	0,17	6,0
57	"	"	"	120 A - R	16,0	4,45	4,45	0,17	6,0
58	"	"	"	120 C	16,0	3,6	3,6	0,17	6,0
59	"	"	"	122 C - R	16,0	3,6	3,6	0,17	6,0
60a	Mehrsektoren Dehnschraube	Bertoni	"	125	17,0	8,6 pro Sektor	4,0	0,24	4,0 pro Sektor
61b	"	"	"	126	17,0	8,6 pro Sektor	4,0	0,24	6,0
62	Skelettierte Dehnschraube		"	135 A	15,0	13,3	4,52	0,23	6,2

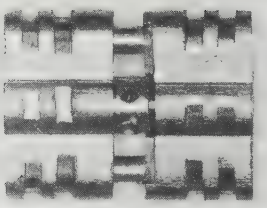
Ordn. Nr.	Spezielle Bezeichnung	Entworfen von	Firma	Katalog-Bezeichnung	Länge in mm	Breite in mm	Stärke in mm	Exp. b 1/4 Umdr. in mm	Max. Exp. in mm
63	Anatom-Dehnschraube		Herbst	Klein	13,45	6,0	4,1	0,22	3,2
64	" "		"	Flach	14,1	8,5	3,1	0,22	5,6
65	" "		"	Normal	17,0	8,0	4,2	0,22	5,6
66	Neue Acrylom Dehn-schraube		"	"	15,0	7,9	4,9	0,23	6,2
67	" "		"	Klein	12,6	8,0	4,0	0,23	4,3
68	" "		"	6	16,0	9,8	3,8	0,22	6,6
69	" "		"	Klein	14,0	9,8	3,75	0,22	5,3
70	" "		"	Normal	14,0	9,0	3,0	0,22	6,5
71	" "		"	Groß	15,0	9,3	3,2	0,22	6,7
72	Dehnschraube		"	34	14,0	9,2	3,8	0,2	6,3
73	"		"	3	10,7	9,2	3,9	0,2	4,8
74	Dehnschraube Modell A		Renfert	827	14,0	8,6	4,65	0,2	6,2
75	Dehnschraube Modell B		"	828	14,0	0,8	4,8	0,2	5,1
76	Dehnschraube Modell C		"	829	16,2	10,2	3,2	0,2	6,2
77	Dehnschraube		"	839/1	16,0	10,0	3,9	0,2	4,2
78	"		"	839/2	12,1	10,3	3,1	0,2	4,2
79	"		"	839/3	12,8	11,78	3,9	0,2	3,6
80	"		"	825/2	31,5	1,9	1,8	0,22	
81	"	Siemons	"	844	16,0	10,15	3,98	0,2	5,2
82	"	"	"	844/1	16,0	10,15	3,98	0,2	5,2
83	Flügelschraube		"	845/1	16,0	10,0	3,0	0,2	5,2
84	"		"	845/2	12,0	10,18	3,98	0,18	3,6
85	Dehnschraube		"	834/1	11,44	8,18	3,2	0,18	3,7
86	"		Grießbach	112	19,0	3,44	3,39	0,17	5,1
87	"			Klein	10,0	7,4	3,55	0,19	4,3
88	"			Mittel	13,2	10,0	4,24	0,19	5,4
89	"			Groß	14,4	7,78	3,9	0,21	6,6
90	"		"	100	13,9	11,52	3,0	0,23	5,4
91	"		"	101	14,0	9,3	3,11	0,23	5,2
92	"		"	103	11,0	11,12	2,98	0,23	2,9

Ordn. Nr.	Spezielle Bezeichnung	Entworfen von	Firma	Katalog-Bezeichnung	Länge in mm	Breite in mm	Stärke in mm	Exp. b. 1/4 Umdr. in mm	Max. Exp.
93	Dehnschraube		Krupp	625	16,0	9,0	3,98	0,24	7,0
94	"	Fischer	über Huber	CN	14,2	9,56	3,21	0,2	6,2
95	"	"	"	CN/R	14,9	12,0	3,1	0,2	6,1
96	"	"	"	860/A	14,0	9,0	4,0	0,2	6,6
97	"	"	"	860/B	15,45	9,1	4,67	0,22	6,55
98	"	"	"	860/B1	12,91	8,2	4,0	0,22	6,65
99	"	"	"	860 A-EK	14,98	9,0	3,97	0,2	6,55
100	"	Noltemeier	Dräger & Heerhorst		13,2	8,1	3,33	0,18	4,5
101	"	Köhler	Köhler	RS 1	13,1	8,21	4,0	0,23	6,2
102	"	"	"	1/0	15,0	9,0	2,81	0,21	6,75
103	"	"	"	1/1	15,0	8,1	2,88	0,19	6,3
104	"	"	"	2/0	12,1	6,42	3,2	0,18	5,85
105	"	"	"	2/1	15,0	6,65	2,8	0,21	6,54
106	"	"	"	3/1	9,2	6,33	2,8	0,19	3,4
107	"	Glenross			12,0	9,21	3,0	0,2	3,4
108	"	"			16,0	12,4	3,2	0,2	7,0
109	Spring Tension Dehnschraube	"			15,0	9,0	3,4	0,2	5,5
110	Dehnschraube	Upper	Badcock		14,5	3,2	3,2	0,22	6,0
111	" (Mini)	Lomberg			13,0	9,2	2,2	0,19	6,5
112	" (Large)	Landin			14,9	9,98	3,21	0,2	6,5
113	"				13,0	9,55	2,89	0,22	6,5
114	"				12,0	10,2	4,11	0,2	6,4
115	"				14,2	8,33	3,42	0,2	6,7
116	"	Wan			10,0	8,1	4,2	0,18	6,5
117	"	"			14,2	7,87	4,2	0,18	6,3
118	" 'Nordex)		Leeflang		26,0	2,88	2,88	0,2	8,4
119	" (Nordex extra dick)				26,0	3,22	3,22	0,2	8,4
120	" (Nordex geschweift)				10,2	3,21	3,21	0,2	8,4

Ordn. Nr.	Spezielle Bezeichnung	Entworfen von	Firma	Katalog-Bezeichnung	Länge in mm	Breite in mm	Stärke in mm	Exp. b. 1/4 Umdr. in mm	Max. Exp. in mm
121	transversale Dehnschraube	Fischer	Fischer	A	14,0	9,1	4,55	0,23	6,2
122	"	"	"	B	14,0	8,1	4,5	0,23	5,9
123	"	"	"	B 1	13,2	8,15	3,98	0,23	5,0
124	"	"	"	C	15,0	10,0	3,0	0,23	6,0
125	"	"	"	C 1	15,0	10,0	3,0	0,23	6,0
126	"	"	"	CN	14,0	10,0	3,0	0,23	6,0
127	"	"	"	CNR	14,0	7,0	3,0	0,23	6,0
128	"	"	"	EK	14,0	9,0	4,5	0,23	6,0
129	"	Ascher		1	14,89	7,2	2,65	0,19	6,0
130	"	"		2	14,3	16,55	2,34	0,19	55,0
131	Dehnschraube	Nord	Krupp	621	40,0	2,0	2,0	0,2	8,4
132	"	"	"	622	40,0	2,52	2,52	0,2	8,4
133	Federdehnschraube	Hausser	"	623	14,1	8,65	4,1	0,2	5,3
134	"	"	"	624	11,0	8,65	4,2	0,2	4,2
135	Dehnschraube		"	625	15,0	8,62	4,12	0,25	6,9
136	"			627	13,1	8,95	4,11	0,25	6,1
137	"		"	628	13,2	6,54	4,2	0,25	6,2
138	"		"	629	10,2	8,63	4,1	0,25	4,0
139	"		"	637	14,0	9,0	3,87	0,2	5,7
140	"		"	638	10,1	9,1	3,85	0,2	3,6
141	"		"	639	12,78	9,2	3,89	0,2	3,65
142	"		Leone	C. 501	15,0	10,0	3,21	0,24	5,7
143	"		"	C. 510	15,0	10,0	3,21	0,24	5,6
144	Neue Teleskop-Dehnschraube		Wittmer & Scheu		14,0	10,0	3,76	0,22	6,3
145	"		" "		14,0	8,5	3,76	0,22	6,3
146	"		" "		12,0	8,55	3,7	0,22	6,75
147	"		" "		16,0	10,45	3,75	0,22	7,25
148	Teleskop-Dehnschraube (Steady-Press)		" "		15,5	10,45	3,6	0,22	7,25
149	" "		" "		14,0	10,5	3,45	0,22	7,0

Ordn. Nr.	Spezielle Bezeichnung	Entworfen von	Firma	Katalog-Bezeichnung	Länge in mm	Breite in mm	Stärke in mm	Exp. b. 1/4 Umdr. in mm	Max. Exp. in mm
150	Teleskop-Dehnschraube (Steady-Press)		Wittmer & Scheu		13,32	7,77	3,9	0,22	6,45
151	" "		" "		12,0	8,2	3,98	0,22	5,55
152	Uni-f-Dehnschraube		" "		12,0	7,0	3,98	0,22	4,85
153	" "		" "		14,0	4,0	4,0	0,22	5,55
154	" "		" "		14,0	7,0	4,0	0,22	6,3
155	" "		" "		16,0	10,0	4,0	0,22	7,3
156	Dehnschraube		über Huber	K 2	12,55	6,6	3,32	0,2	5,2
157	"		"	NU	18,0	7,23	3,32	0,25	6,35
158	"		"	CU	13,66	4,0	3,0	0,22	5,55
159	"		Dentaurum	109 A	16,5	7,4	3,1	0,2	6,3
160	"		"	109 C	13,44	7,44	3,1	0,2	6,25
161	"		"	109 A	16,5	7,4	3,2	0,2	6,2
162	"	Noltemeier	Dräger & Heerhorst		12,5	9,2	4,53	0,25	5,9
163	"		"	109 C	13,0	8,0	3,86	0,2	4,7
164	"		"	109 B	15,0	6,5	4,12	0,24	5,0
165	"		"	109 CS	11,0	7,5	3,24	0,2	4,9
166	"	Fischer	Fischer	CU	15,98	8,2	3,2	0,2	5,3
167	"	"	"	NU	16,0	7,0	3,0	0,2	5,3
168	"	"	"	K2	13,0	6,2	3,12	0,2	4,45
169	"		Dräger & Heerhorst	Mittel	13,0	7,0	2,32	0,25	5,25
170	"		"	Groß	15,0	9,0	4,54	0,25	5,65
171	"		"	Klein	12,3	6,52	2,53	0,25	4,85

a)



b)

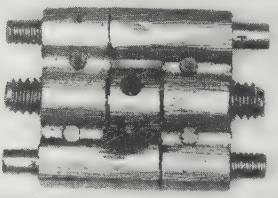


Abb. 12

a) Federdehnungsschraube für transversale Dehnung mit paralleler Bewegungsrichtung nach E. HAUSSER.

b) Dehnungsschraube für transversale Dehnung mit paralleler Bewegungsrichtung nach F. FISCHER.

In der Tabelle III befindet sich eine große Anzahl starr geführter Schrauben. Bei diesen vergrößert sich die Spaltbreite pro Umdrehung um ein genau definiertes Maß sofort. Sonstige Unterscheidungsmerkmale sind bei diesen Schrauben hauptsächlich gegeben durch verschiedene Anordnung und Ausführung von Mutter, Führungsbolzen, Führungsrohren und Retention, sowie unterschiedliche Öffnung pro 1/4 Umdrehung und Höchstexpansion, worauf in Kapitel XII näher eingegangen wird. Eine kleine Anzahl dieser Schrauben sind Federschrauben, bei denen die Öffnungsbewegung allmählich eintritt dadurch, daß eine zwischen Spindelende und Mutterboden geschaltete Feder den entstehenden Druck primär auffängt und sekundär je nach Nachlassen der Außendruckverhältnisse wieder abgibt (Abb. 12 a).

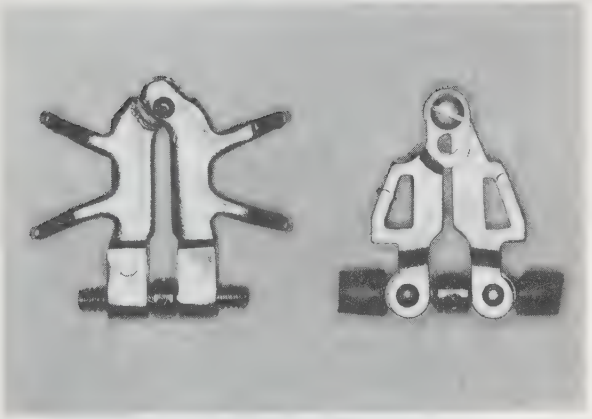
3. Die Konstruktion und Wirkungsweise der Schrauben zur Zahngruppenbewegung in transversaler Richtung mit nicht paralleler Bewegung (fächerförmige Bewegung).

Ein anderes Indikationsgebiet haben die unter Gruppe 3 in Tabelle IV zusammengefaßten Schrauben, die Schrauben zur Zahngruppenbewegung in transversaler Richtung mit nicht paralleler, also mit divergierender Bewegungsrichtung. Sie sind dann geeignet, wenn ein Kiefer im anterioren Bereich stärker als im posterioren gedehnt werden soll, oder posterior stärker als anterior. Hierbei handelt es sich entweder um Schrauben mit zwei Rechts-Links-Gewinden oder um Schrauben mit einem Rechts-Links-Gewinde, bei denen der Dehneffekt in dem nicht zu erweiternden Kieferabschnitt durch Fixieren der Plattenhälften aneinander unterbunden wird. (Abb. 13 a + b und 15). Diese Fixierung kann auch durch ein Scharnier herbeigeführt werden, welches entweder mit der Schraube verbunden ist (einteilige Scharnierschraube), oder getrennt geliefert wird (zweiteilige Scharnierschraube).

Tabelle IV: Wesentliche Daten über Herkunft, Größe und Öffnungbreiten der Schrauben zur Zahngruppenbewegung in transversaler Richtung mit nicht paralleler Bewegung (Fächerformige Bewegung)

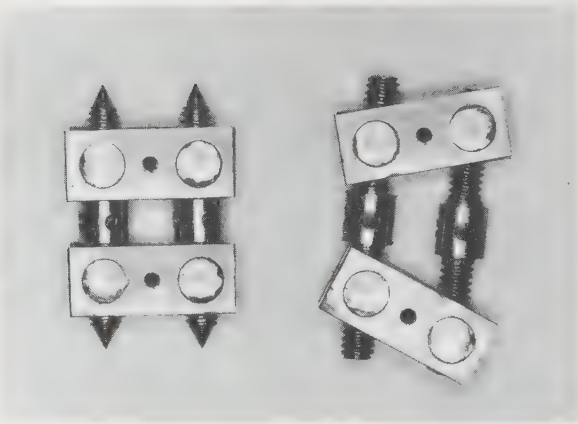
Ordn. Nr.	Spezielle Bezeichnung	Entworfen von	Firma	Katalog-Bezeichnung	Länge in mm	Breite in mm	Stärke in mm	Exp. b. 1/4 Umdr. in mm	Max. Exp. in mm
172	Dehnschraube		Dentaurum	106 D	14,0	7,0	3,0	0,2	4,8
173	"		"	106 D	14,0	7,0	3,3	0,2	4,9
174	"		"	106 D	14,0	7,0	3,0	0,2	4,8
175	"		"	107 D	14,0	7,2	3,2	0,2	5,2
176	"		"	107 D	14,0	7,0	3,0	0,19	5,1
177	"		"	107 D	14,0	7,0	3,0	0,22	5,3
178	"		"	111 E	13,2	6,2	4,0	0,25	6,0
179	"		"		13,0	5,0	3,0	0,24	5,8
180	"		"	111 ES	13,00	6,5	3,8	0,25	6,0
181	"		"	111 F	10,0	6,4	4,4	0,25	4,2
182	"		"	111 A	15,0	6,5	4,0	0,26	6,75
183	"		"	135 B	15,0	9,2	4,53	0,24	6,35
184	"		über Huber	D/NR	13,0	6,2	3,3	0,22	6,85
185	"		"	DN	14,0	6,4	3,2	0,22	6,9
186	"		Renfert	840/2	10,0	7,5	4,0	0,21	3,3
187	"		"	840/1	14,0	7,0	4,0	0,22	4,55
188	"		"	830	14,0	7,0	4,1	0,22	4,55
189	"			106	14,1	8,2	3,2	0,25	4,2
190	"			107	14,5	8,33	3,21	0,27	3,8
191	"		Wittmer & Scheu	Uni 0	11,0	4,3	3,3	0,19	3,6
192	"		" "	Uni m	13,0	4,4	3,5	0,19	5,6
193	"		" "	Uni m	15,0	4,32	3,2	0,19	6,8
194	"		" "	Uni f	14,0	4,0	4,0	0,19	5,9
195	"		" "	Uni 0	15,0	4,3	3,3	0,19	6,9
196	"		" "	Uni 0	13,0	4,33	3,3	0,19	5,6
197	"		" "	Uni m	11,0	4,33	3,33	0,19	3,8
198	"	Fischer	Krupp	627	13,0	8,65	4,13	0,25	5,8
199	"	"	"	628	12,9	6,4	4,0	0,25	5,8
200	"	"	"	626	15,0	6,5	4,0	0,25	6,75
201	"	"	"	630	10,0	6,5	4,2	0,25	3,9

Ordn. Nr.	Spezielle Bezeichnung	Entworfen von	Firma	Katalog-Bezeichnung	Länge in mm	Breite in mm	Stärke in mm	Exp. b. 1/4 Umdr. in mm	Max. Exp. in mm
202	Dehnschraube	Fischer	Krupp	640	14,00	6,2	3,87	0,2	4,6
203	"	"	"	614	10,2	6,3	3,8	0,2	3,25
204	"		Herbst		11,5	8,4	3,4	0,23	3,4
205	"		"		14,23	7,9	3,4	0,22	4,3
206	"		Leone	D 502	15,45	6,34	2,9	0,18	5,45
207	"		"	D 511	15,45	6,3	2,9	0,18	5,7
208	"				15,0	6,55	3,21	0,21	4,33



a b

Abb. 13 a + b
Einteilige Schrauben für transversale Dehnungen mit nicht paralleler Bewegungsrichtung.



a b

Abb. 14 a + b
Zweispindelige einteilige Schrauben
ohne Scharnier für transversale Dehnungen
mit nicht paralleler Bewegungsrichtung.
a) in geschlossenem Zustand,
b) in geöffnetem Zustand.

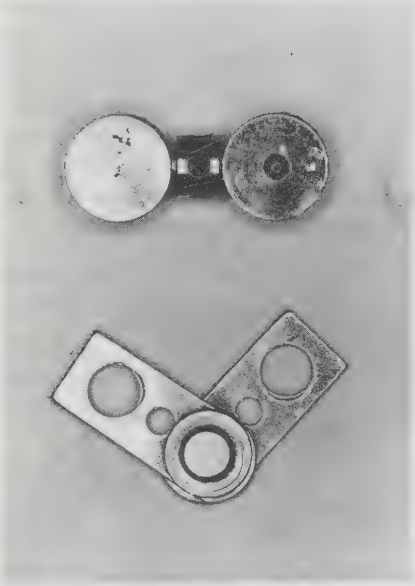


Abb. 15
Zweiteilige Schraube für transversale Dehnungen mit nicht paralleler Bewegungsrichtung.
oben: Schraube,
unten: Scharnier.

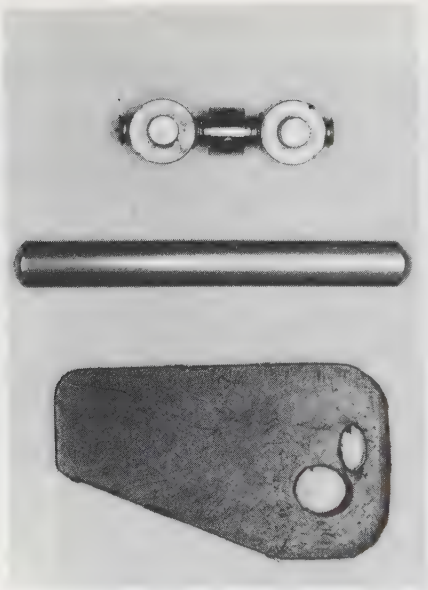


Abb. 16
Einspindelige Schraube für transversale Dehnungen mit nicht paralleler Bewegungsrichtung für Unterkieferplatten.

a) Schraube

b) Führungsbolzen

c) Platzhalter

4. Die Konstruktion und Wirkungsweise der Schrauben zur Zahngruppenbewegung in sagittaler Richtung.

Die in Gruppe 4 (Tabelle V) zusammengefaßten Schrauben zur Zahngruppenbewegung in sagittaler Richtung ähneln fast alle im Grunde denen der Gruppe 2 (Parallel-Dehnschraube) in Form und Aufbau.
Auch sie weisen meist ein Rechts-Links-Gewinde auf und bewirken eine parallele Dehnung der Plattenhälften, nur sind sie auf Grund ihres Indikationsbereiches in ihren Ausmaßen wesentlich zierlicher und deshalb auch weniger stabil, als die in Gruppe 2 angeführten Dehnungsschrauben. Ihr Hauptanwendungsgebiet liegt in der Sagittalverschiebung von einzelnen Molaren oder Seitenzahngruppen. Allerdings werden sie mitunter auch als Unterkieferdehnungsschrauben verwendet und zwar immer dann, wenn die Raumverhältnisse so beengt sind, daß eine normale Dehnschraube keinen Platz findet.
Zur Sagittalverschiebung im Frontzahnbereich dienen andere, ebenfalls in Gruppe 4 eingeordnete Schrauben. Sie weisen nur eine Gewinderichtung auf und ihre Lasche ist derart über die Fläche abgebogen, daß die Schraubenspindel senkrecht auf den Frontzahnblock weist, während die Lasche als gute Retention der sagittalen Gaumenkuvatur angepaßt am Zwischenkiefer liegt (Abb. 17).
Einige wenige Schrauben dieser Gruppe dienen der Buccalbewegung der Seitenzähne im Oberkiefer. Die Schrauben mit den Ordnungsnummern 253 und 254 der Gruppe 4 sind für die Buccalbewegung der Seitenzähne im Oberkiefer sowie im Unterkiefer geeignet, können aber lediglich in Aktivatoren eingesetzt werden.

b a

Abb. 17 a + b
Sagittalschraube mit einer Gewinderichtung für Ober- oder Unterkieferplatten nach A. STAHL.
a) mit Drahtverlängerung,
b) mit gebogener Lasche.

Abb. 18
Progenieschraube nach W. WEISE für Bißlageumstellungen in sagittaler Richtung.

Tabelle V: Wesentliche Daten über Herkunft, Größe und Öffnungsbreiten der Schrauben zur Zahngruppenbewegung in sagittaler Richtung

Ordn. Nr.	Spezielle Bezeichnung	Entworfen von	Firma	Katalog-Bezeichnung	Länge in mm	Breite in mm	Stärke in mm	Exp. b. 1/4 Umdr. in mm	Max. Exp. in mm
209	Einseitige Dehnschraube	Fischer	über Huber	860/B3	14, 15	7, 1	3, 95	0, 23	8, 35
210	"	"	"	860/B2	14, 0	6, 55	4, 55	0, 23	8, 35
211	"	"	Fischer	B 2	15, 0	7, 1	3, 98	0, 25	8, 45
212	"		Dentaurum	109 Sg	13, 0	7, 0	1, 98	0, 2	4, 2
213	Sektorenschraube		"	135 S	11, 0	14, 0	4, 1	0, 25	4, 3
214	Sagittalschraube	Stahl	Renfert	863	8, 22	6, 73	3, 8	0, 22	2, 65
215	Einseitige Dehnschraube			105	11, 6	8, 2	3, 9	5, 25	2, 45
216	"		Grießbach	104	13, 3	6, 68	3, 2	0, 25	2, 6
217	"		"	102	12, 2	9, 2	3, 2	0, 21	2, 7
218	Sagittalschraube		Renfert	847	8, 2	8, 3	3, 1	0, 2	2, 3
219	"		Dentaurum	109 SA	13, 0	7, 55	3, 2	0, 2	3, 2
220	Distalschraube	Fischer	Fischer	DNR	14, 0	6, 23	3, 21	0, 2	4, 5
221	Sagittalschraube	Stahl	Renfert	864	9, 0	7, 0	2, 2	0, 19	3, 3
222	Distalschraube		"	843/2	10, 0	6, 6	3, 2	0, 19	3, 2
223	"		"	843/1	10, 0	4, 5	3, 12	0, 2	3, 0
224	Einseitige Dehnschraube	Noltemeier	Dräger & Heerhorst		12, 0	6, 0	2, 5	0, 2	4, 6
225	Distalschraube	Fischer	Fischer	K 1	10, 0	6, 0	3, 0	0, 2	3, 9
226	"	"	"	D 1	15, 0	7, 0	3, 1	0, 2	6, 3
227	"		Dentaurum	109 D	13, 5	5, 7	3, 12	0, 2	5, 7
228	"		"	109 B	16, 45	5, 7	3, 21	0, 2	7, 3
229	"		"	109 D	12, 5	5, 73	3, 12	0, 2	5, 9
230	"	"	über Huber	DU	13, 5	6, 12	3, 12	0, 22	6, 2
231	"	"	Fischer	DU	16, 0	5, 6	3, 1	0, 22	6, 3
232	"	"	"	DN	14, 0	10, 1	3, 0	0, 22	6, 0
233	"	"	"	D	15, 0	7, 2	3, 11	0, 25	5, 75
234	Schwenkdehnschraube		Krupp	631	8, 2	18, 0	1, 33	0, 23	7, 9
235	"		"	632	7, 21	15, 45	1, 33	0, 23	7, 9

Ordn. Nr.	Spezielle Bezeichnung	Entworfen von	Firma	Katalog-Bezeichnung	Länge in mm	Breite in mm	Stärke in mm	Exp. b. 1/4 Umdr. in mm	Max. Exp. in mm
236	Skelettierte Spezialschraube		Dentaurum	135 D	10,0	24,5	4,12	0,26	5,2
237	"		"	135 P	16,0	17,0	2,41	0,26	8,15
238	Fächerschraube		"	137	12,5	5,1	2,6	0,21	7,35
239	Bogenschraube (Schwenkschraube)	Müller	"	138 A	13,5	6,5	4,4	0,2	5,2
240	"	"	"	138 B	13,5	6,5	4,4	0,2	5,2
241	Double Dutch Lombard Sorews				15,0	9,0	5,8	0,26	5,6
242	Schwenkschraube		Leone	D 516	15,0	17,0	4,2	0,23	8,2
243	"		"	D 15	16,1	12,6	4,2	0,23	8,2
244	Asymmetrische Schraube	Noltemeier	Dräger & Heerhorst		13,1	10,6	4,6	0,22	7,6
245	Doppeldehnschraube		Wittmer & Scheu	DUO 13	14,0	9,1	3,42	0,2	7,8
246	Doppeldehnschraube für kleine Dehnungen	Gmür	über Huber	861	15,0	9,8	2,8	0,23	7,8
247	Doppeldehnschraube für große Dehnungen	"	"	861/1	16,0	10,0	3,12	0,21	5,9
253	Flachschraube	A.M. Schwarz	"	864/FL	12,33	6,45	9,0	0,2	6,2
254	"	" " "	Fischer	FL	13,0	5,6	9,12	0,2	6,1

5. Die Konstruktion und Wirkungsweise der Schrauben zur Bißlageumstellung in sagittaler Richtung.

In Gruppe 5 (Tabelle VII) sind die Schrauben zur Bißlageumstellung zusammengefaßt. Sie dienen dazu, das Lageverhältnis von Ober- und Unterkiefer zueinander zu verändern und werden im allgemeinen dann angewandt, wenn eine Mesialbißlage zu beheben ist. Bei Distalbißlage und seitlichen Verlagerungen des Unterkiefers kann die Einstellung in die Neutralbißlage mittels eines Konstruktionsbisses vorgenommen werden, bei Mesialbißlage ist dieses Verfahren nicht anwendbar, weil der Unterkiefer nicht willkürlich nach dorsal zu verschieben ist. Hier ist man auf das allmähliche Zurückdrängen des Unterkiefers durch schrittweises Aktivieren derartiger Schrauben angewiesen. Funktionskieferorthopädische Geräte werden zu diesem Zweck horizontal, parallel zur Kaufläche durchtrennt, so daß Oberkiefer- und Unterkieferpartie frei gegeneinander verschieblich sind. Die Schraube wird dann so eingesetzt, daß sie die Aktivatorenhälften durch einen vertikal ausgerichteten Verbindungsbügel zusammenhält. Schraubenspindel und Mutter befinden sich im zu bewegenden Teil. An der Mutter ist die Retention befestigt, die im anderen Teil des Aktivators so verankert wird, daß die Schraube eine Brücke zwischen beiden Hälften bildet (Abb. 18).
Wird die Schraube nun aktiviert, verschieben sich die Aktivatorenhälften gegeneinander. Da der Oberkiefer infolge seiner knöchernen Verwachsung mit der Schädelbasis einer Bewegung wesentlich mehr Widerstand entgegensetzt als der gelenkig aufgehängte Unterkiefer, wirkt sich die Kraft hauptsächlich auf den Unterkiefer aus, der in der Folge nach distal ausweicht. Unter den untersuchten Schrauben sind kaum Qualitätsunterschiede bezüglich ihrer Wirkungsweise zu finden. Infolge ihres Konstruktionsprinzipes sind diese

Schrauben alle relativ groß; Verkleinerungen ließen sich nur auf Kosten der Stabilität durchführen.

In dieser Gruppe befindet sich auch die sogenannte Doppelschraube (Ordnungsnummer 252), mit der außer einer Bißlageumstellung in sagittaler Richtung eine Dehnung des komprimierten Unterkiefers durch Aktivierung der zweiten Schraube erzielt werden kann.

Tabelle VI: Wesentliche Daten über Herkunft, Größe und Öffnungsbreiten der Schrauben zur Bißlageumstellung in sagittaler Richtung

Ordn. Nr.	Spezielle Bezeichnung	Entworfen von	Firma	Katalog-Bezeichnung	Länge in mm	Breite in mm	Stärke in mm	Exp. b 1/4 Umdr. in mm	Max. Exp. in mm
248	Reziprokschraube	Weller	Dentaurum	117	13,0	14,0	2,88	0,2	5,35
249	Aktivatorschraube	Frenzen	"	119	12,0	12,31	6,12	0,1	6,2
250	Progenieschraube	Weise	"	118	13,1	8,55	9,98	0,25	6,0
251	Sagittalschraube	Neuner	über Huber	862/S 1	13,0	11,55	12,55	0,21	5,0
252	"	"	"	862/S 2	14,0	11,0	16,0	0,21	6,2

XI. EINORDNUNG WESENTLICHER TEILE DER KIEFER-ORTHOPÄDISCHEN SCHRAUBEN NACH KONSTRUKTION UND WIRKUNGSWEISE

Wesentlich zur Bestimmung des Konstruktionsprinzipes sind, wie in Kapitel X ausführlich erwähnt, folgende Punkte: Spindel, Spindelkopf, Mutter, Führungsrohr und Retention.

1. Konstruktion und Wirkungsweise der Spindeln.

In Tabelle VII werden die die Konstruktion der Spindeln betreffenden Kriterien aufgeführt. Es wird unterschieden zwischen ein- und beidseitiger Gewinderichtung. Ferner werden in den Tabellen II - VI die Öffnungsbewegungen der Schrauben pro 1/4 Umdrehung in verschiedene Gruppen eingeteilt.
In den einzelnen Gruppen sind folgende Öffnungsbewegungen (gemessen pro 1/4 Umdrehung in Millimetern) zusammengefaßt:

1. Gruppe: Öffnungsbewegung pro 1/4 Umdrehung 0,1 mm
2. Gruppe: Öffnungsbewegung pro 1/4 Umdrehung = 0,1 mm
3. Gruppe: Öffnungsbewegung pro 1/4 Umdrehung 0,2 mm
4. Gruppe: Öffnungsbewegung pro 1/4 Umdrehung = 0,2 mm
5. Gruppe: Öffnungsbewegung pro 1/4 Umdrehung 0,25 mm
6. Gruppe: Öffnungsbewegung pro 1/4 Umdrehung = 0,25 mm
7. Gruppe: Öffnungsbewegung pro 1/4 Umdrehung 0,3 mm

2. Konstruktion und Wirkungsweise des Spindelkopfes.

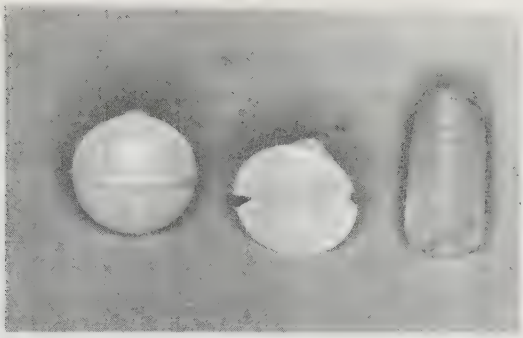
In der Tabelle VIII sind die für den Spindelkopf wesentlichen Angaben aufgeführt. Es wird unterschieden zwischen verschiedenen Formen der Lage des Spindelkopfes zur Spindel und den unterschiedlichen Gestaltungen der Spindelköpfe selbst.

Als Anhang zur Tabelle VIII wurden die Schrauben ohne Spindelkopf aufgeführt. Hierbei handelt es sich um NORD-Schrauben oder ihre Modifikationen, die aktiviert werden, indem man die Mutter um die Schraubenspindel dreht.

Alle anderen vorliegenden Schrauben haben zur Aktivierung Spindelköpfe. Diese Spindelköpfe sind unterschiedlich geformt, wir kennen runde, flache und kantige Formen. Sie unterscheiden sich im Prinzip nur dadurch, daß sie dem Schraubenschlüssel verschiedene Angriffspunkte bieten. Runde Spindelköpfe sind durchbohrt und werden mit Steckschlüsseln aktiviert (Abb.6, 12 - 19 b). Flache Spindelköpfe ähneln den bei einfachen Verbindungsschrauben üblichen Köpfen, d. h., sie haben eine Rille zur Aufnahme eines Schraubenziehers, sie finden sich nur bei einspindeligen Schrauben mit einer Gewinderichtung. Für die meisten dieser Schrauben werden spezielle, genau passende Schraubenzieher mitgeliefert. (Abb. 10, 11, 19 b + c). Kantige Spindelköpfe müssen mit entsprechenden kleinen Schraubenschlüsseln gedreht werden. (Abb. 2, 7, 20 c)
Zur Aktivierung durch den Patienten eignen sich eigentlich nur die runden Schraubenköpfe; die anderen Formen sind zu kompliziert und unübersichtlich in ihrer Handhabung. Zur Lage des Spindelkopfes ist zu sagen, daß sie hauptsächlich von der Art der verwendeten Spindel abhängt: Einspindelige Schrauben mit zwei Gewinderichtungen (die meisten Dehn- und Sagittalschrauben) haben den Spindelkopf in der Mitte der Spindel (Abb. 15). Einspindelige Schrauben mit einer Gewinderichtung haben meist den Schraubenkopf an einem Ende der Spindel (z.B. Abb. 9). Ausnahmen bilden hier nur die sogenannten Zug- und Druckschrauben, bei denen der Spindelkopf exzentrisch angebracht ist. Unter exzentrischer Anbringung verstehen wir, daß die Spindeln links und rechts des Spindelkopfes ungleich lang sind (Abb. 20 b + c).

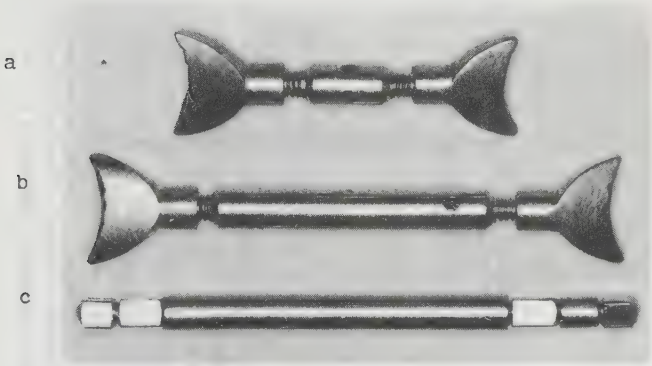
Tabelle VII: Konstruktion der Spindel in kieferorthopädischen Schrauben in tabellarischer Darstellung.
Die den ordn. Nr. zugehörigen Schrauben sind den Tabellen II - VI zu entnehmen.

Einseitige Gewinderichtung Ordn. Nr.	Beidseitige Gewinderichtung Ordn. Nr.
1 - 22b	23 - 27
28	30 - 33
29	36 - 59
34	61b - 79
35	81 - 107
60a	109
80	111 - 117
108	121 - 130
110	133 - 208
118 - 120	220 - 235
131 - 132	237 - 248
209 - 219	250 - 252
236	
249	
253	
254	



a b c

Abb. 19 a - c
Plastik-Schrauben für Einzelzahnbewegungen nach H. SPERLING.
a) Linsenkopfschraube,
b) Linsensenkkopfschraube,
c) Madenschraube.



a
b
c

Abb. 20 a - c
Zug- und Druckschrauben nach W. PFAFF.
a + b mit sattelförmiger Retention,
b + c mit exzentrisch angebrachtem Spindelkopf in verschiedenen Konstruktionen.

Tabelle VIII: Konstruktion des Spindelkopfes in kieferorthopädischen Schrauben in tabellarischer Darstellung. Die den Ordn. Nr. zugehörigen Schrauben sind den Tabellen II - VI zu entnehmen

Spindelkopf an einem Ende der Spindel			Spindelkopf in der Mitte der Spindel		Spindelkopf nicht in der Mitte der Spindel		
Rund Ordn. Nr.	Flach Ordn. Nr.	Kantig Ordn. Nr.	Rund Ordn. Nr.	Kantig Ordn. Nr.	Rund Ordn. Nr.	Flach Ordn. Nr.	Kantig Ordn. Nr.
2 - 3 6 9 - 12 17 22a + b 92 209 - 219 236 251 - 254	1 5 7 - 8 13 - 16 19 - 20 249	4a + b	23 - 25b 36 - 37 42 - 79 81 - 91 93 - 117 121 - 130 133 - 208 220 - 235 237 - 248 250	26a + b 27 30 - 33	18 38 - 40	80	21a 28 - 29 41

Folgende Schrauben sind ohne Spindelkopf:

Ordn. Nr.

34 - 35 131 - 132
118 - 120

Tabelle IX: Konstruktion der Mutter in kieferorthopädischen Schrauben in tabellarischer Darstellung.
Die den Ordn. Nr. zugehörigen Schrauben sind den Tabellen II - VI zu entnehmen.

Einfache Mutter Ordn. Nr.	Kombinierte Mutter Ordn. Nr.
118 - 120 131 - 132	1 - 4 8 - 18 21 - 117 121 - 130 133 - 254

Folgende Schrauben sind ohne Mutter:

Ordn. Nr.

5 - 7
19 - 20

3. Konstruktion und Wirkungsweise der Muttern.

Tabelle IX gibt einen Überblick über die verwendeten Schraubenmuttern. Bei den zuerst angeführten Schrauben ohne Mutter handelt es sich um Einzelzahnschrauben, die so in den Plattenkonststoff eingelassen werden, daß letzterer als Mutter wirksam wird. Die zweite Gruppe "Schrauben mit einfacher Mutter" umfaßt diejenigen Schrauben, bei denen die Mutter nicht durch zusätzlich angebrachte Hilfsteile andere Funktionen erfüllt, wie dies bei den "Schrauben mit kombinierter Mutter" der Fall ist. (Abb. 4). Unter diesen verstehen wir Konstruktionen, bei denen die Schraubenmutter durch zusätzliche mit ihr starr verbundene Fortsätze teils als Schraubenhülse, teils als Lasche, teils als Retention- oder auch als Führungsbehelf wirksam wird. Sehr viele der von uns untersuchten Schrauben weisen kombinierte Muttern auf.

4. Konstruktion und Wirkungsweise der Führungsbolzen.

In Tabelle X wurden die Führungsbolzen klassifiziert. Es wurde dabei die Konstruktion der Führungsbolzen und ihre Anordnung an der Schraube beachtet. Bezüglich der Anordnung läßt sich prinzipiell sagen, daß Schraubenspindeln, die beidseitig von Führungsbolzen flankiert sind, stabiler geführt und geschützt sind als solche, mit einer nur einseitigen Führung. Einseitige Führungen werden deshalb auch möglichst nur dann verwendet, wenn sich infolge Platzmangels keine beidseitig geführte Schraube unterbringen läßt. Variationen in der Konstruktion der Führungsbolzen selbst sind gegeben durch unterschiedliche Arretierung und die Möglichkeit, die Bolzen im Schraubspalt zu durchtrennen. Letzteres ist aber nur möglich, wenn durchgehende Führungsrohre verwendet werden. Die in der Spalte "einteilig und einseitig arretiert" aufgeführten

Tabelle X: Konstruktion der Führungsbolzen kieferorthopädischer Schrauben in tabellarischer Darstellung
Die den Ordn. Nr. zugehörigen Schrauben sind den Tabellen II - VI zu entnehmen.

Führungsbolzen Einteilig und einseitig arretiert	Führungsbolzen Zweiteilig, je einseitig arretiert	Führungsbolzen Einteilig und wechselseitig arretiert	Führungsbolzen Einteilig und nicht arretiert
Ordn. Nr.	Ordn. Nr.	Ordn. Nr.	Ordn. Nr.
55	42	62	43a - 54b
50a	74	90 - 91	63 - 73
61b	96	98	75
76	99	113	77
78	121	162	79
81 - 85	123	222 - 223	93 - 95
87 - 89	128		97
92	252		101 - 109
110			111 - 112
139 - 140			114 - 117
144 - 161			122
163 - 171			124 - 127
183			129 - 130
187 - 190			133 - 138
194			141 - 143
209 - 219			172 - 182
221			184 - 186
224			198 - 208
228 - 229			220
236			225 - 227
248			230 - 233
251			237
			239 - 240
			244
			250

Folgende Schrauben sind ohne Führungsbolzen:

Ordn. Nr.

1 - 41
56 - 59
80
86
100
118 - 120
131 - 132
191 - 193
195 - 197
234 - 235
238
241 - 243
245 - 247
249
253 - 254

Führungsrohre überbrücken den Schraubspalt, sie sind auf einer Seite fest im Plattenkunststoff verankert und bewegen sich auf der anderen Seite wie im Führungsrohr (Abb. 21 c).
"Zweiteilige, je einseitig arretierte" Führungsbolzen sind im Schraubspalt durchtrennt und jeweils mit dem der Schraubenmitte abgewandten Ende in der Schraubhülse fixiert (Abb. 21 d).
"Einteilige und wechselseitig arretierte" Führungsbolzen kommen nur bei Schrauben mit beidseitiger Führung vor. Dabei sind die Bolzen diagonal im Plattenkunststoff verankert, beispielsweise so, daß der obere Führungsbolzen rechts, der untere links fixiert ist (Abb. 21 d).
"Einteilige, nicht arretierte" Führungsbolzen bestehen gewöhnlich aus glatten Drähten, die durch die Lasche, die Retention oder die Führungsröhren der Schraube gesteckt sind. Sie sind auf keiner Seite fixiert und enden frei im Plattenstoff (Abb. 21 b). Die ohne Führungsbolzen aufgeführten Schrauben sind entweder Einzelzahnschrauben oder Zug- und Druckschrauben.

5. Konstruktion und Wirkungsweise der Führungsrohre.

In Tabelle XI wurden die Schrauben nach ihren Führungsrohren klassifiziert. Die erste Gruppe der Tabelle umfaßt Schrauben mit einfachen Führungsrohren.

Darunter sind Schrauben zu verstehen, deren Führungsrohre so konstruiert sind, daß sie lediglich der Führung der Bolzen dienen ohne nebenbei eine andere Funktion auszuüben. Sie sind mit den übrigen Schraubenteilen nicht verbunden. In unserem Material fanden sich nur zwei Schrauben dieser Art (Abb. 16). In den kombinierten Formen, die die zweite Gruppe der Tabelle bilden, sind die Führungsrohre mit anderen Teilen der Schraube verbunden, beziehungsweise mit dem Schraubenkörper im Einstückguß gemeinsam hergestellt. Meistenteils übernehmen die

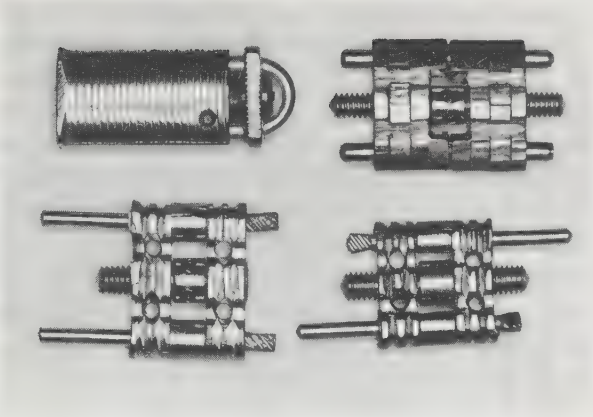


Abb. 21 a - d
Dehnschrauben für transversale Dehnung mit paralleler Bewegungsrichtung für Oberkieferplatten.

a) Mit zweiteiligen, je einseitig arretierten Führungsbolzen nach F. FISCHER.
b) Mit einteilig und beidseitig freien Führungsbolzen.
c) Mit einteilig und einseitig arretierten Führungsbolzen.
d) Mit einteilig und wechselseitig arretierten Führungsbolzen.

Tabelle XI: Konstruktion der Führungsrohre in kieferorthopädischen Schrauben in tabellarischer Darstellung.
Den Ordn. Nr. zugehörigen Schrauben sind den Tabellen II - VI zu entnehmen

Führungsrohre Einfache Form Ordn. Nr.	Führungsrohre Kombiniert mit anderen Teilen der Schraube Ordn. Nr.
239 - 240	42 - 49 51 - 55 60a - 79 81 - 85 87 - 117 121 - 130 133 - 151 156 - 166 168 - 190 198 - 237 244 248 250 - 252

Folgende Schrauben sind ohne Führungsrohre:

Ordn. Nr.

1 - 41	80	131 - 132	191 - 197	245 - 247
50	86	152 - 155	238	249
56 - 59	118 - 120	167	241 - 243	253 - 254

Führungsrohre dieser Schrauben noch andere Aufgaben, z. B. sind sie in der überwiegenden Mehrzahl so konstruiert, daß sie dem Plattenwerkstoff gute Retention bieten (Abb. 12 a + b). Neben Ausführungen in Metall gibt es auch Führungsrohre aus Kunststoff. Manche Schrauben besitzen offene Führungsrohre, andere wiederum haben eine geschlossene Form.
Die dritte Gruppe der Tabelle XI umfaßt die Schrauben ohne Führungsrohre. Es handelt sich dabei um Schrauben, die nur aus einer Spindel bestehen. Die Gewinderichtung kann einfach sein, wie bei den meisten Einzelzahnschrauben, es können aber auch Schrauben mit zwei Gewinderichtungen und ohne Führungsbolzen, wie Zug- oder Druckschrauben oder Schrauben mit Führungsrohren und ohne Führungsrohren in dieser Gruppe vorhanden sein (Abb. 16).

6. Konstruktion und Wirkungsweise der Retentionen.

In Tabelle XII sind die Schrauben auf ihre Retentionsmöglichkeiten hin untersucht worden. Hier lassen sich drei Gruppen unterscheiden, die in der Tabelle noch weiter aufgegliedert sind.

a) Schrauben mit "kombinierter Retention":

Darunter verstehen wir Retentionsmöglichkeiten an Schraubenteilen, die konstruktiv auch anderen Zwecken dienen, wie z.B. gerillte Führungsrohre (s. Abb. 21 c + d).

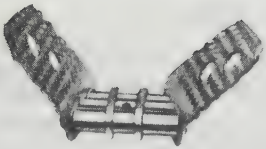
b) Schrauben mit besonders ausgebildeten Retentionsformen:

In dieser Gruppe sind Schrauben erfaßt, die besonders ausgebildete Retentionsräume oder der Retention des Plattenwerkstoffs dienende Fortsätze aufweisen. Diese meist nur der Retention nützenden Teile können mit der Schraube verbunden sein, aber auch keine Verbindung dazu aufweisen. Im einzelnen können Retentionsmöglichkeiten in den folgenden durch Abbildungen erläuterten Formen vorkommen.
Zwischenräume z.B. (Abb. 21 a + b)
Drahtverlängerungen (Abb. 17)
Besondere Formen von Führungsbolzen z.B. (Abb. 21 a + b)
Gerade oder gebogene Laschen (Abb. 17)
Verbindungsbügel (Abb. 18)
Füßchen und Schenkel (Abb. 13 a)
Flügelförmige Fortsätze (Abb. 22 a)
Sattelförmige Fortsätze (Abb. 20 a + b)

c) Schrauben ohne vorfabrizierte Retentionen

Diese Schrauben sind ohne Retention hergestellt, doch geben sie uns die Möglichkeit, (wie bei der Nordschraube) eine Retention nachträglich noch anzubringen (s. Abb. 4)

a



b

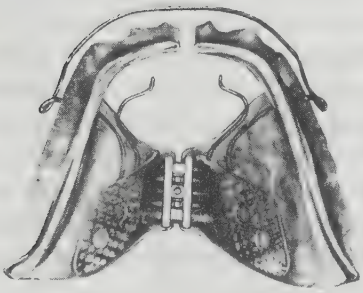


Abb. 22 a - b
Schraube für transversale Dehnung mit paralleler Bewegungsrichtung.
a) Flügelschraube,
b)"Zungenraum-Aktivator" mit eingebauter Flügelschraube.
(Aus einem Prospekt der Firma Renfert (73 1)

Tabelle XII: Konstruktion der Retention bei kieferorthopädischen Schrauben in tabellarischer Darstellung. Die den Ordn. Nr. zugehörigen Schrauben sind den Tabellen II - VI zu entnehmen.

Kombinierte Retention	Extra angebrachte Retention							
	Zwischenräume	Draht-verlängerungen	Besondere Formen von Führungsbolzen	Gerade oder gebogene Laschen	Verbindungs-bügel	Füßchen und Schenkel	Flügel-förmige Fortsätze	Sattel-förmige Fortsätze
Ordn. Nr.	Ordn. Nr.	Ordn. Nr.	Ordn. Nr.	Ordn. Nr.	Ordn. Nr.	Ordn. Nr.	Ordn. Nr.	Ordn. Nr.
1 - 22b	48b -	218	62	42	250	242 - 243	234 - 235	249
25a - 25b	76 - 79	222 - 223	110	74				251
27 - 40	81 - 84		162	96				
43 - 48a	90 - 92		183	99				
49 - 61	102		213	121				
63 - 65	107		219	123				
72 - 73	109		224	128				
75	111 - 113		236 - 237	209 - 211				
80	124 - 127			214				
85 - 89	139 - 141			221				
93 - 95	144 - 149			241				
97 - 98	160 - 161			246 - 247				
100 - 101	167 - 168			252 - 254				
103 - 106	171 - 173							
108	176							
114 - 120	186 - 190							
122	202 - 203							
125 - 126	206 - 208							
129 - 138	215 - 217							
142 - 143	220							
150 - 159	230 - 231							
163 - 166	233							
169 - 170	244 - 245							
174 - 175	248							
177 - 182								
184 - 185								
191 - 201								
212								
225 - 229								
232								
238 - 240								

Folgende Schrauben sind ohne Retention:

Ordn. Nr.

23 - 24
26a + b
41
66 - 71
204 - 205

XII. DISKUSSION DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE UND VERGLEICH DER WIRKUNG KIEFERORTHOPÄDISCHER SCHRAUBEN MIT ANDEREN KIEFERORTHOPÄDISCHEN KRÄFTEN

Nach Abschluß der Untersuchungen an dem vorliegenden Schraubenmaterial - die in Betracht gezogenen Merkmale können aus den Tabellen II, XII ersehen werden - läßt sich für die verschiedenen Schraubentypen generell folgendes sagen:
Von den Schrauben zur Einzelzahnbewegung sind jene Schrauben als geeignet für kieferorthopädische Zwecke zu bezeichnen, die einen kleinen Schraubenkopf, eine Gewinderichtung und eine kurze Spindel mit niedriger Gewindesteigung, sowie gute Retentionsvorrichtungen haben. Diese Schrauben sollten Muttern und möglichst auch Führungsbolzen aufweisen, ferner mit einem Steckschlüssel zu aktivieren sein. Die Kontaktfläche mit dem Zahn sollte nicht punktförmig, sondern flächig sein, da die kieferorthopädische Plattenapparatur sonst leicht abrutscht.

Schrauben zur Zahngruppenbewegung in transversaler Richtung mit paralleler Bewegung können als verwendbar gelten, wenn sie folgende Voraussetzungen erfüllen: Parallel laufende Führungsbolzen (bei Unterkiefer-Schrauben ein parallel zur Spindel laufender Führungsbolzen, bei Oberkiefer-Schrauben zwei Führungsbolzen sowie Führungsrohre); die Schrauben müssen zudem gute Retention bieten. Eine Oberkiefer-Schraube wäre als ideal zu bezeichnen, wenn sie bezüglich ihrer Größe für alle anatomischen Varianten des Gaumendaches geeignet wäre, eine Unterkiefer-Schraube sollte prinzipiell zierlich konstruiert sein, damit Unterkiefer-Dehnplatten im linguo-anterioren Bereich des Alveolarfortsatzes verwendet werden können, ohne die Zungenbewegungen allzusehr zu beeinträchtigen. Die Steigung der Schraubenspindel darf größer sein als bei Schrauben für Einzelzahnbewegungen. Die Retentionen sollten so geartet sein, daß die Schraube in der Platte einwandfrei fixiert

ist; eine Lockerung des Schraubenkörpers im Plattenwerkstoff macht eine Platte völlig unbrauchbar. Eine gute Fixierung ist am ehesten gewährleistet bei Schrauben, deren Retention über den ganzen Schraubenkörper verteilt ist. Bei einseitiger Retention besteht die Gefahr, daß der Schraubenkörper nur an einer Seite in der Platte verankert wird.

Da Schrauben zur Zahngruppenbewegung in transversaler Richtung mit nicht paralleler Bewegung fächerförmig geöffnet werden und dadurch die aktive Platte den Kiefer nur anterior oder nur posterior erweitert, ist es notwendig, daß die Platte dorsal bzw. ventral druch ein eindeutig geführtes Scharnier fixiert wird. Grundsätzlich ist es vorzuziehen, wenn solche Schrauben einteilig mit Scharniergelenk gebaut sind, weil dadurch die Stabilität der Platte und die störungsfreie Aktivierung der Schraube besser gesichert ist. Die einteilige, fächerförmig wirkende Schraube bietet durch ihre große Retentionsfläche zusätzlichen Vorteil: die Platte ist stabiler, da sie durch die Verbindung der Mutter mit dem Scharnier durch zwei massive Schenkel gewissermaßen eine Verstärkung erfährt. Unerwünschte Bewegungen der Plattenhälften gegeneinander sind dann weitgehend ausgeschlossen. Einen weiteren Vorteil bietet die einteilige Fächerschraube gegenüber der zweiteiligen, bei der Schraubenkörper und Scharnier getrennt verarbeitet werden, durch ihre in technischer Hinsicht leichtere Handhabung (Abb. 13 a, 15).

Schrauben, die zur Zahngruppenbewegung in sagittaler Richtung verwendet werden, also vorzugsweise für die Bewegung von Seitenzähnen, sollten einerseits starke Führungsbolzen und Führungsrohre aufweisen, andererseits aber auch grazil ausgeführt sein. Als nachteilig erweist sich, wenn zwei Führungsbolzen auf einer Seite der Spindel verwendet werden. Bei ausreichend dimensionierten Bolzen wird die Schraube zwangsläufig recht voluminös. Zwei schwache Führungsbolzen, deren Verbindung U-förmig abgeknickt die Spindel umgreift, erfüllen

nicht die gestellten Anforderungen an die Stabilität dieser Schrauben.

Für Sagittalbewegungen in der Front werden besonders häufig solche Schrauben mit nur einer Gewinderichtung gebraucht. Der Schraubenkopf liegt dann an einem Ende der Spindel. Schrauben mit zwei Gewinderichtungen sind wegen ihres großen Raumbedarfes nicht geeignet. Vorteilhaft wirkt sich aus, wenn ein Teil der Schraube, beispielsweise die Lasche, über die Fläche abgebogen ist. Neben der Raumersparnis bietet sich damit für den Konststoff am dorsalen Plattenteil eine zusätzliche Retention. Auch für diese Schrauben sind Führungsbolzen nebst Röhren zu fordern. Als maximale Länge der Schrauben werden etwa 4 - 5 mm angesehen, um den Zungenraum nicht zu sehr zu beengen.

Schrauben, die zur Bißlageumstellung verwendet werden, sollten sehr stabil und leicht zu verarbeiten sein, dabei gute Retentionen und genaue Führungen bieten, ohne zu voluminös zu sein.

Doppelschrauben in funktionskieferorthopädischen Apparaten sind im allgemeinen anzulehnen, da ungleich starke Erweiterungen beider Kiefer besser und einfacher mit aktiven Plattengeräten durchgeführt werden können. Funktionskieferorthopädische Geräte sind hauptsächlich zur Bißlageumstellung indiziert und benötigen für transversale Änderungen höchstens eine einfache Dehnschraube, die nur zur gelegentlichen Wiederanpassung der Führungsflächen an die Oralflächen der Zähne aktiviert werden sollte (45).

Schrauben zur Bißverschiebung in sagittaler Richtung sollten grundsätzlich nicht stärker als die Dicke des Kunststoffanteils des Aktivators sein. Ein weit herausragender Schraubenteil ist für den Patienten unangenehm und bildet eine schlecht zu reinigende Ansatzfläche für Zahnstein.

Über die Schraubenbestandteile ist folgendes zu sagen:
Diejenigen Schrauben funktionieren am zuverläßigsten, deren Spindeln folgende Bedingungen erfüllen:
Sie sollten aus rostfreiem Stahl bestehen, eine niedrige Gewindesteigung und ein Spitzgewinde haben. Der Spindelkopf sollte möglichst rund sein und vier Führungslöcher für den Steckschlüssel aufweisen. Die Schraubenmutter ist am zweckmäßigsten bei denjenigen Schrauben gestaltet, bei denen sie die Spindellänge möglichst ganz umfaßt.
Schrauben, die keine Muttern aufweisen, oder deren Muttern aus Kunststoff bestehen, oder deren Spindel- und Muttergewinde durch eine Kunststoffschicht getrennt sind, sind nicht zu empfehlen.
Die Führungsbolzen sollten exakt in den Führungsrohren gleiten, Spielraum an dieser Stelle vermindert die Stabilität einer Schraube merklich. Ihr Durchmesser sollte dem der Spindel angenähert sein. Im Verhältnis zu dünne Führungsbolzen sind ungeeignet, ferner sollten sie niemals kürzer als die Schraubenspindel sein. Ein runder Querschnitt des Führungsbolzens garantiert eine bessere Führung als ein quadratischer oder rechteckiger, da sich die Kanten mit der Zeit abnutzen, wodurch die Führung ungenau wird.
Die Arretierung der Führungsbolzen (einseitig, beidseitig oder wechselseitig) hat auf die Genauigkeit der Führung keinen Einfluß. Generell sollten alle Schrauben, mit Ausnahme der Einzelzahnschrauben, Führungsbolzen aufweisen. Die Führungsrohre sollten so lang sein, daß sie den Führungsbolzen in seiner ganzen Länge, mindestens aber bis zur Hälfte umfassen. Schrauben mit kurzen Führungsrohren sind nicht zu empfehlen, da die Bolzen im Plattenwerkstoff eine wesentlich schlechtere Führung haben als in der genau passenden Führungsröhre. Das gilt auch für Führungsrohre aus Kunststoff.
Die Retention sollte möglichst nicht am Führungsbolzen oder an der Schraubenspindel angebracht sein, da sie hier die maximale Expansion beeinträchtigt. Günstiger ist ihre Anbringung an

Mutter, Führungsrohr oder Schraubenhülse, wobei beachtet werden sollte, daß sie nicht ein- sondern beidseitig, besser noch über einen Großteil der Schraubenoberfläche verteilt, angebracht sein muß.
Generell kann man sagen, daß Schrauben ohne Führungsbolzen oder mit zu kurzen Führungsbolzen und Schrauben ohne Führungsrohre oder ohne Retention ungeeignet sind für kieferorthopädische Geräte. Das gilt auch für diejenigen Schrauben, deren Führungsbolzen mit der Retentionsvorrichtung gekoppelt sind.

Im Vergleich mit anderen Elementen zur Einzelzahn- oder zur Zahngruppenbewegung erscheint uns die Schraube als das geeignetste Mittel, diese Bewegungen herbeizuführen, da ihre intermittierende, kurzwegige Kraft schonender und schneller wirkt als die konstant wirkenden bzw. langwegigen Kräfte, die von anderen aktiven kieferorthopädischen Behelfen ausgelöst werden (22, 57 und 58). Die Schraube hat ferner den Vorteil (36), durch probeweises Zurückdrehen dem Kieferorthopäden die Möglichkeit zu geben, die Mitarbeit des Patienten zu kontrollieren. Die Auswahl der Schrauben ist heute so groß, daß praktisch für jede Bewegungsart eine geeignete Schraube fabrikfertig zur Verfügung steht. Der grundlegende Unterschied zwischen federnden Drähten und der Schraube liegt u.a. darin, daß die Anfertigung der Feder schwierig, und der Angriffspunkt der Feder nicht immer genau zu fixieren ist, wodurch leicht unerwünschte Bewegungen auftreten können (58, 67). Außerdem läßt die Kraftwirkung der Feder mit der Zeit nach (21). Die durch die Feder ausgelöste Kraft ist nicht definierbar, weshalb sie schwieriger zu handhaben ist als die Schraube. Schon eine geringgradige Überaktivierung verursacht Schmerzen und patho-histologisch nachweisbare Schäden; zu schwach aktiviert bleibt die Feder wirkungslos (58). Im Gegensatz zu dem Federchen kann die Aktivierung einer Schraube dem Patienten überlassen werden (55).

Ein weiteres altbekanntes kieferorthopädisches Behandlungsmittel sind die Gummizüge. Allerdings lassen sich mit ihnen nur ganz bestimmte Bewegungen durchführen, z. B. Bißlageumstellungen und Bewegungen von Einzelzähnen. Die Kraftwirkung der Gummizüge abzustufen ist schwierig, da sie unter dem Einfluß der Mundfeuchtigkeit ihre Zugkraft teilweise verlieren (58).

Bei der Verwendung von Guttapercha nützt man die Quellung des Materials zu kieferorthopädischen Zahnbewegungen aus. Allerdings ist das Quellungsvermögen durch Wasseraufnahme begrenzt, wodurch die aktive Wirkung dieses Hilfsmittels sehr eingeschränkt wird. Guttaperchaauflagen sind hauptsächlich bei passiven kieferorthopädischen Geräten indiziert, bei denen es sich mehr darum handelt, bestimmte Führungsflächen nachzustellen, als aktive Kräfte auszuüben. Dasselbe gilt für den schnellhärtenden Prothesenwerkstoff, dem allerdings die Quellfähigkeit der Guttaperchaauflagen abgeht. Bevor Guttapercha und Autopolymerisate im Handel waren, verwendete man zur Einzelzahnbewegung gelegentlich auch leicht quellfähige Holzkeile. (Nach G. JUNG) Da die Quellung sehr gering war, mußten die Keile alle zwei bis drei Tage erneuert werden (33).

Obwohl all diesen obengenannten Hilfsmittlen ihre Indikation in ganz bestimmten Fällen nicht abgesprochen werden kann, sollte man sie doch - soweit es irgend möglich ist - durch Schrauben ersetzen, da die Handhabung der Schraube wesentlich einfacher, zuverlässiger und sicherer ist. Ein weiterer, nicht zu übersehender Vorteil fast jeder Schraube ist, daß sie vom Patienten selbst nachgestellt werden kann, was - sowohl für den Arzt als auch für den Patienten selbst - eine beträchtliche Zeitersparnis mit sich bringt.

XIII. ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit den derzeit im Handel befindlichen Schrauben für kieferorthopädische Apparate. 254 Schrauben in- und ausländischer Hersteller wurden untersucht und nach kieferorthopädischer Anwendungsmöglichkeit, Konstruktionsprinzip und Wirkungsweise klassifiziert. Die Ergebnisse wurde in den entsprechenden Kapiteln in Tabellenform niedergelegt.

I. Die Einteilung nach der kieferorthopädischen Anwendungsmöglichkeit erfolgte in fünf Gruppen:

1. Schrauben zur Einzelzahnbewegung
2. Schrauben zur Zahngruppenbewegung in transversaler Richtung mit paralleler Bewegung
3. Schrauben zur Zahngruppenbewegung in transversaler Richtung mit nicht paralleler Bewegung (fächerförmige Bewegung)
4. Schrauben zur Zahngruppenbewegung in sagittaler Richtung
5. Schrauben zur Bißlageumstellung in sagittaler Richtung

II. Zur Bestimmung des Konstruktionsprinzipes und der Wirkungsweise wurden folgende Schraubenbestandteile einer genauen Prüfung unterzogen:

1. Die Spindel
2. Der Spindelkopf
3. Die Mutter
4. Die Führungsbolzen
5. Die Führungsrohre
6. Die Lasche und
7. Die Retentionsvorrichtung

Der größte Teil der untersuchten Fabrikate genügt den Anforderungen, die an kieferorthopädische Schrauben gestellt werden müssen; sie sind fein abgestuft aktivierbar, stabil und einfach zu handhaben. Ihre Dimensionen sind so gehalten, daß sie in den kieferorthopädischen Plattengeräten nicht zu sehr auftragen; ihre maximale Expansion gestattet die beabsichtigte Bewegung. Fast alle Schrauben sind dazu geeignet, mit dem heute verwendeten Autopolymerisat verarbeitet zu werden. Die Einzelergebnisse, die sich auf die erwähnten Eigenschaften beziehen, sind in den Tabellen II - XII niedergelegt.

XIV. LITERATURVERZEICHNIS

1. Adler, P. — Die orthodontische Apparatur, Dtsch. zahnärztl. Z. 3, 10, 65, 365 (1948)

2. Ascher, F. — Aktive kieferorthopädische Plattenkonstruktion mit elastischen Plattenrändern. Dtsch. Zahn-, Mund- und Kieferheilk. 6, 7, 476 (1939)

3. Badcock, J.H. — Die Schraubenextensionsplatte. Dtsch. zahnärztl. Z. 10, 47, 730 (1911)

4. Hrsgb.: Brockhaus F.A. — Der neue Brockhaus, Band 4

5. Hrsgb.: Brockhaus F.A.: — Der Sprach-Brockhaus 7. Auflage F.A. Brockhaus Wiesbaden 1956

6. Csontos, S. — Quintess. zahnärztl. Lit. 12, 1, 1 (1961)

7. Hrsgb.: Dentaler Normenausschuß — DJN-Begriffslexikon Benth-Vertrieb GmbH. Berlin, 1961

8. Derichsweiler, H. — Herstellung und Wirkung der Gaumennahterweiterungsplatte. Öst. Z. Stomat. 52, 10, 514

9. Hrsgb.: Bibliographisches Institut und Dudenredaktion — Duden Lexikon Band 3 Mannheim 1962

10. Euler, P.
Lehrbuch der Zahnheilkunde
6. Auflage
J.F.Bergmann, München 1951

11. Frenzen, Fr.
Eine neue Progenie-Aktivatoren-Schraube
Quintess. zahnärztl. Lit.
17, 5, 1 (1966)

12. Friedrich, W.
Tabellenbuch für Metallgewerbe
Ausgabe A
980 - 1011 - Auflage
Ferd. Dümmlers, Bonn 1965

13. Geiger, G.
Die gesperrte Dehnplatte.
Zahnärztl. Prax. 8, 6, 6 (1957)

14. Gerhardt, M.
Über die Regulierung von Zähnen
Dtsch. Mschr. Zahnheilk.
35, 11, 549 (1895)

15. Grünberg, J.
Kontinuierlich wirkende Federkraft des Expansionsbogens in der Sagittalen.
Öst.-ungar. Vjschr. Zahnheilk.
30, 4, 369 (1914)

16. Günther, V.
Über Regulierung von Stellungsanomalien mit Zuhilfenahme von Schrauben ohne Ende
Öster.-ungar. Vjschr. Zahnheilk.
12, 1, 78 (1896)

17. Hausser, E.
Die Dehnungsplatte. Indikation, Anfertigung und Handhabung.
Dtsch. zahnärztl. Wschr.
40, 49, 1109 (1937)

18. Hausser, E. — Zur Wahl der kieferorthopädischen Behandlungsmittel Dtsch. zahnärztl. Z. 3, 7, 308 (1948)

19. Haynes, S. u. Jackson, D. — A. Comparison of the Mechanics and efficiency of 21 Orthodontic expansion Screws Dent. Practit. dent. Rec. 13, 125 (1962)63)

20. Hennis, J. — Zur Frage der kieferorthopädischen Nachbehandlung von Kieferbrüchen mit dem Aktivator Zahnärztl. Welt 61, 11, 346 (1960)

21. Hennis, J. — Zur Frage der Bewegung von einzelnen Zähnen mit einer Spezialschraube. Stoma (Heidelb.) 13, 1, 22 (1960)

22. Herber, C. — Die Dehnschraube Dtsch. Mschr. Zahnheilk. 37, 8, 293 (1919)

23. Herbst, E. — Eine Sammlung von Dehnapparaten. Dtsch. Mschr. Zahnheilk. 47, 10, 591 (1907)

24. Herbst, E. — Die Regulierung der anomalen Zahn- und Kieferstellungen mit Schrauben und Scharnieren. Dtsch. Zahnheilk. in Vorträgen 14, 3 (1909)

25. Herbst E.
Atlas und Grundriß der zahnärztlichen Orthopädie Band 26
J.F.Lehmann München 1910

26. Herrmann H.
Die Verwendung seitlicher Schrauben-Spindeln bei Funktionskieferorthopädischen Geräten für den progenen Formenkreis.
Fortschr.Kieferorthop.
24, 2, 166 (1963)

27. Herrmann, C.
Dynamat.
Quintess.zahnärztl.Lit.
17, 9, 1 (1966)

28. Izard, G.
Orthodontie 3. Auflage
Masson et Cie.
Paris 1950

29. Jackson, V.H.
Orthodontie und Orthopädie des Gesichtes.
Z. zahnärztl. Orthopädie
4, 4, 147 (1910)

30. Jankowsky, E.,
Leitfaden zur Einführung in die zahnärztliche Orthopädie für Zahnärzte und Studierende.
Selbstverlag
Berlin 1922

31. Jantzen, J.
Die Verhütung von Stellungsanomalien
2. Auflage
Dr. Alfred Hüthing, Heidelberg
1958

32. Jonas, O.
Über Kieferdehnung
Zahnärztl. Rdschr.
36, 43, 739 (1927)

33. Jung, C.
Leitfaden der Zahn- und Kieferkorrektur
K.U.K.Hofbuchdruckerei
Carl Fromme, Wien 1906

34. Karwetzky, R. und J. Obermeyer
Zahnbeweglichkeitsmessungen nach Mühlemann in der Kieferorthopädie
Dtsch. Zahnärzteblatt
16, 18, 567 (1960)

35. Klee, W.
Drahtschrauben-Kombination für kieferorthopädische Behelfe
Quintess. zahnärztl. Lit.
18, 8, 1 (1967)

36. Korkhaus, G.
in Bruhn: Handbuch der Zahnheilkunde
Band IV
Bergmann Verlag, München 1939

37. Kranz, P.
Einführung in die Kieferorthopädie
2. Auflage
Hermann Meusser, Berlin 1927

38. Kühn, M.
Über die Kieferdehnungsapparate
Schweiz.Mschr.Zahnheilk.
29, 4, 206 (1914)

39. Macary, M.A.
Eine neue Methode zur Behandlung von Kiefermißbildungen
Quintess. zahnärztl. Lit.
5, 4, 1 (1954)

40. Martinez, B.
Schrauben in der Kieferorthopädie.
Dtsch. Zahnärztebl.
15, 7, 190 (1961)

41. Meyer, H.J.
Neues Konversations-Lexikon
Band 14
2. Auflage
Bibliographisches Institut
Hildburghausen 1869

42. Müller, G.
Anteriore Bogenschraube zur frontalen Erweiterung im Unterkiefer.
Quintess. zahnärztl. Lit.
16, 9, 1 (1965)

43. Muzii, E.
Über einen neuen Dehnungsapparat mit Schraube für die Orthopädie
Zahnärztl. Rdsch.
40, 44, 1990 (1931)

44. Nawrath, K.
Die "Scherenplatte" bei Gaumenspalten.
Dtsch. zahnärztl. Z.
17, 4, 354 (1962)

45. Neumann, D.
Zur Frage der kombinierten Anwendung aktiver und passiver Plattenbehelfe in der Kieferorthopädie
Dtsch. Zahn-, Mund- und Kieferheilk.
12, 4/6, 137 (1949)

46. Neuner, O.
Zur Verwendung von sagittal wirkenden Schrauben im Aktivator.
Dtsch. Zahnärztebl.
12, 17, 570 (1958)

47. Noltemeier, H.
Einführung in die spezielle Kiefer- und Gesichtsorthopädie
Band 2
Selbstverlag Hannover 1949

48. Oehrlein, (Rig)
Zu Simons "System einer orthodontischen Apparatur".
Zahnärztl. Rdsch.
38, 19, 793 (1929)

49. Oppler, P.
Grundzüge der Orthodontie.
2. Auflage
Arthur Felix,
Leipzig 1891

50. Pfaff, W.
Lehrbuch der Orthodontie
1. Auflage
Zenträlstelle für Zahnhygiene,
Dresden 1906

51. Pfaff, W.
Über die Regulierungsmethoden in ihrer geschichtlichen Entwicklung mit besonderer Berücksichtigung ihrer Vorteile und Nachteile.
Dtsch. Mschr. Zahnheilk.
26, 44, 103 (1908)

52. Pfaff, W.
Lehrbuch der Orthodontie
3. Auflage
Dr. Werner Klinkhardt
Leipzig 1921

53. Reichenbach, E. u. D. Neumann
Therapie der Gebißanomalien
Fortschr. Kieferorthop.
14, 1, 63 (1953)

54. Rethmann, H.
Die Dehnschraube.
Dtsch. zahnärztl. Z.
2, 12, 410 (1947)

55. Rethmann, H.
Kieferorthopädisches Repetitorium.
Diagnostik und Therapie in Vergangenheit und Gegenwart
2. Auflage
Carl Hanser
München 1950

56. Scheu, R.
Der Steady-Bügel
Ein Bauelement für alle nicht parallelen Dehnungen.
Quintess. zahnärztl. Lit.
17, 6, 1 (1966)

57. Schwarz, A.M.
Die Gewebsveränderungen bei orthopädischen Maßnahmen.
fortschr. Orthodontik
1, 3, 381 (1931)

58. Schwarz, A.M.
Lehrgang der Gebißregelung
Band 2
2. Auflage
Urban und Schwarzenberg,
Wien - Innsbruck 1956

59. Siemons, E.
Eine Nachstellschraube für den Aktivator zur Erweiterung eines einzelnen Zahnbogens.
Zahnärztl. Rdsch.
63, 17, 1 (1954)

60. Simon E.
Über die Anwendung der Gesetze der Mechanik in der Orthodontie.
Zahnärztl. Orthopädie
5-6, 169 (1929)

61. Sperling, H.
"Skelettierte Dehnschraube", die neue Dentaurum-Schraube.
Zahnärztl. Welt
61, 5, 158 (1960)

62. Stahl, A.
Schrauben für die Sagittaldehnung mit seitlich verlängerten Laschen zur Verbesserung der Retension im Kunststoff.
Dtsch. Zahnärztebl.
14, 20, 642 (1960)

63. Stockfisch, H.
Kieferorthopädische Praxis
1. Auflage
Dr. Alfred Hüthig
Heidelberg 1956

64. Trauner, R.
Über die Bewegung von Zähnen mit dosierten Kräften
Fortschr. Kieferorthop.
29, 2, 249 (1968)

65. Ulshöfer, E.
Anregung für Therapie und Technik bei oberem Schneidezahnrückstand.
Zahnärztl. Rdsch.
67, 15, 375 (1958)

66. Wagener, H.J.
Der Weg zur individuellen geführten Universaldehnschraube als Grundform für Dehnplatten, Aktivatoren und Impulsatoren.
Zahnärztl. Welt
6, 9, 203 (1951)

67. Walkhoff, O. — Die Unregelmäßigkeiten in den Zahnstellungen und ihre Behandlung. Arthur Felix Leipzig (1891)

68. Weber, G. — Reziprokschraube nach Weller. Quintess. zahnärztl. Lit. 18, 8, 1 (1967)

69. Weise, W. — Vereinfachte Herstellung von Progenieaktivatoren durch Verwendung einer neuen Schraube. Fortschr. Kieferorthop. 19, 3, 2 265 (1958)

70. Wolpe — Die Wirkung der elastischen Kräfte und des Schraubendruckes bei Regulierung. Dtsch. zahnärztl.Wschr. 16, 3, 40 (1913)

71. Ziebe, H. — Experimentelle Untersuchungen über die Verbreiterung der Sutura palatina mediana durch die Dehnschraube. Dtsch. zahnärztl. Wschr. 20, 1, 475 (1930)

72. Zimmer, H. — Die Funktions-Kieferorthopädie und eine kurze Schraube als Hilfsmittel für den Aktivator. Zahnärztl. Rdsch. 51, 49, 1534 (1942)

73. Weiter wurden herangezogen: Prospekte der Firmen:

a) Fjädrande Orthodontisk Skruv
b) Arnold Biber
c) Dentaurum
d) Dräger & Heerhorst
e) Fischer
f) Huber
g) Herbst
h) Krupp
i) Leone
j) Rocky Mountain
k) K.H.Köhler
l) Renfert
m) Wittmer & Scheu
n) Bauer & Schaurte

An dieser Stelle erlaube ich mir, Frau Professor Dr. D. Dausch-Neumann für die Überlassung des Themas und für Rat und Anleitung zu dieser Arbeit herzlich zu danken.

Herrn Professor Dr. Dr. E. Fröhlich bin ich für die zweite Berichterstattung sehr verbunden.

LEBENSLAUF

Am 8.10.1934 wurde ich, Amir Khawari, als Sohn des Mohamad Khawari und seiner Ehefrau Schowkat, geb. Mahmudi, in Kaschan (Persien) geboren.

Nach sechsjährigem Besuch der Ardeschier Volksschule in Teheran besuchte ich das Pahlewy-Gymnasium von September 1949 bis August 1956. Im August 1956 bestand ich die Reifeprüfung der Oberrealschule für den naturwissenschaftlichen Zweig.

Anschließend besuchte ich 21 Monate lang die Abendsprachenschule der Iran-America-Society.

Im Sommersemester 1958 begann ich an der Universität Freiburg i. Br. Medizin zu studieren. Dieses Studium setzte ich vom Wintersemester 1958/59 bis zum Wintersemester 1961/62 an der Universität Saarbrücken fort.

Im Sommersemester 1962 wechselte ich das Studienfach und studierte bis zum Wintersemester 1966 an der Philippsuniversität in Marburg a. d. Lahn Zahnheilkunde. Hier bestand ich am 6.10.1963 die zahnärztliche Vorprüfung und erhielt am 19.10.1966 die Approbation als Zahnarzt.

Seit dem 1. November 1966 bin ich als Assistent in der Kieferorthopädischen Abteilung tätig und absolviere meine dreijährige Ausbildung zum Fachzahnarzt für Kieferorthopädie.